S. 1720

6.

ARBEITEN

AUS DEM

ZOOLOGISCHEN INSTITUTE

DER

UNIVERSITÄT WIEN

UND DER

ZOOLOGISCHEN STATION IN TRIEST.

HERAUSGEGEBEN

VON

Dr. C. CLAUS,

O. Ö. PROFESSOR DER UNIVERSITÄT UND VORSTAND DES ZOOLOGISCH-VERGL.-ANATOMISCHEN INSTITUTS IN WIEN, DIRECTOR DER ZOOLOGISCHEN STATION IN TRIEST.

TOM. VI.

Mit 35 Tafeln.

WIEN 1886.

ALFRED HÖLDER,

K. K HOF- UND UNIVERSITÄTS-BUCHHÄNDLER,

ROTHENTHURMSTRASSE 15.

Alle Rechte vorbehalten.

VI. Band.

Inhalt.

Seite

Claus, Dr. C., Neue Beiträge zur Morphologie der Crustaceen. Mit 7 Tafeln 1

Hatschek, Dr. B., Zur Entwicklung des Kopfes von Polygordius. Mit 1 Tafel 109

Hatschek, Dr. B., Entwicklung der Trochophora von Eupomatus uncinatus Philippi. (Serpula uncinata) Mit 5 Tafeln 121

William Patten Ph. D. from Boston U. S. A. The Embryology of Patella. With 5 plates 149

Heider Karl, Doctor der Philosophie und der gesammten Heilkunde. Zur Metamorphose der Oscarella lobularis O. Schm. Mit 3 Tafeln . . 175

Metschnikoff Ed., Medusologische Mittheilungen. Mit 2 Tafeln . . . 237

Claus, Dr. C., Untersuchungen über die Organisation und Entwickelung von Branchipus und Artemia nebst vergleichenden Bemerkungen über andere Phyllopoden. Mit 12 Tafeln 267

Neue Beiträge zur Morphologie der Crustaceen.

Von

C. Claus.

(Mit 6 Tafeln.)

Seit der Publication meiner „Untersuchungen zur Erforschung der genealogischen Grundlage des Crustaceensystems“ ist unsere Kenntniss über diese formenreiche Thierclasse durch eine grosse Reihe werthvoller Forschungen, insbesondere über Organisation und Entwicklung ausserordentlich bereichert worden, ohne dass unsere Einsicht in die Stammesgeschichte der Gruppen — von den Decapoden abgesehen, für welche insbesondere Huxley's bekannte Arbeit über den Kiemenapparat Interessantes brachte — wesentliche Förderung erfahren hätte. Zwar wurden die Verwandtschaftsbeziehungen derselben vielfach discutirt und die zur Zeit herrschenden Ansichten über die Stammesentwicklung in diesem oder jenem Sinne besprochen, indessen ohne wesentlich neue Anhaltspunkte zu Tage zu fördern, welche einer Lösung der gestellten Probleme näher geführt hätten. Allerdings fehlte es auch nicht an Autoren, welche ohne oder mit nur ungenügender Kenntniss sowohl der zur Zeit vorliegenden empirischen Grundlage als der auf dieselbe gestützten Schlussfolgerungen Belehrung zu geben vermeinten und mit längst widerlegten Irrthümern als Ergebnissen ihrer Studien hervortraten, oder welche bereits abgeleitete Verallgemeinerungen für neu ausgeben und wiederum durch Aufnahme einseitiger und irriger Deductionen entstellen konnten.

Unter solchen Umständen halte ich es für zeitgemäss, theils um Rückschritten in der Beurtheilung der phylogenetischen Grund-

lage des Crustaceensystems vorzubeugen, theils um längst abgeleitete, aber nicht genügend beachtete Beziehungen in's Gedächtniss zurückzurufen, auf eine nochmalige Besprechung der Morphologie des Crustaceenbaues einzugehen, in der ich zwar Manches aus dem oben genannten wenig bekannt gewordenen Werke, wenn auch in anderer Verbindung wiederholen muss, aber auch eine Reihe neuer Beobachtungen und Gesichtspunkte vorzulegen hoffe.

Bekanntlich verdanken wir dem so hochverdienten französischen Zoologen H. Milne Edwards eine sehr detaillirte Terminologie[1]) des integumentalen Skelettes der Decapoden. Auch für die Gliedmassen und insbesondere die zum Dienste der Nahrungsbearbeitung in Verwendung kommenden Kieferfüsse hatte der berühmte Forscher eine Reihe von Bezeichnungen gebraucht, die seither in vielen Schriften späterer Autoren bald unverändert, bald mit geringen Modificationen angenommen worden sind. An den Kiefern und Kieferfüssen (gnathes), welche er der Reihenfolge nach als Protognath, Deutognath, Hexognath bezeichnete, unterschied er den Hauptast als Endognath, den Nebenast (palpe flagelliforme Latreille's) als Exognath und den complementären Ast (Flagellum, fouet) als Epignath. Minder glücklich war der Terminus Mesognath, der für einen zwischen Endognath und Exognath gewissermassen eingeschalteten Ast, den nach aussen gerückten oberen Lobus des Endognath's angewendet wurde und daher keine weitere Beachtung fand. Die einzelnen Glieder des siebengliedrigen Endognaths wurden nach ihrer Reihenfolge von der Insertion zur Spitze als Coxognathit, Basignathit, Ischiognathit, Mesognathit, Carpognathit, Prognathit, Dactylognathit benannt.

An den mit den Kiefern als Gliedmassen homologen Beinen unterschied M. Edwards entsprechend ein inneres Bein, ein äusseres Bein und ein accessorisches Bein, die er consequenter Weise als Endopod, Exopod und Epipod hätte bezeichnen müssen, während er die Namen mit der für die einzelnen Glieder zu verwendenden Endung „podit" bildete und die Termini Exopodit und Epipodit als gleichwerthig mit Exognath und Epignath gebrauchte, die einzelnen Glieder aber wiederum ganz entsprechend den Gliedern des Endognaths als Coxopodit ... Dactylopodit bezeichnete. Der Ausdruck Endopodit findet sich bei M. Edwards selbst nicht erwähnt, derselbe wurde erst von seinen Nachfolgern in die

[1]) H. Milne Edwards: Observations sur le Squelette tégumentaire des Crustacés Décapodes et sur la Morphologie de ces animaux. Annales des Sciences naturelles. 3. Série. Tom. XV, 1851.

Terminologie eingeführt und meist ganz im Sinne von Endognath angewendet.

In neuerer Zeit habe ich den Versuch gemacht, nachdem ich schon lange zuvor die nahe Beziehung der Malakostraken-Kiefer zu dem Phyllopodenfusse [1]) erkannt hatte, durch Vergleichung der Malakostraken-Gliedmassen mit den Extremitäten der Phyllopoden allgemeinere Gesichtspunkte für die Zurückführung der ersteren zu gewinnen und die verschiedenen Theile dieser Körperanhänge in einheitlicher Auffassung abzuleiten.[2]) Die Deutung der einzelnen Abschnitte, sowohl der Maxillen als der Spaltfüsse ergab sich naturgemäss von dem gemeinsamen Ausgangspunkt des Phyllopodenfusses, an welchem in gleicher Weise wie an den zweiästigen Extremitäten der Naupliuslarve folgende Abschnitte zu unterscheiden sind: Ein die zwei Grundglieder umfassender Stamm, ein die Gliederreihe des Stammes fortsetzender Hauptast oder Innenast (Ramus internus, R. i.), ein mehr auswärts dem zweiten Stammglied eingelenkter Nebenast oder Aussenast (R. e.). Dazu kommt bei den Phyllopoden noch ein dem Basalglied entspringender Kiemen- oder Epipodialanhang (Br.), der auch an den Spaltfüssen der Malakostraken vorhanden sein kann.

Als Typus einer sehr ursprünglichen Gliedmassenform wurde das Spaltfusspaar (späterer Kieferfuss des ersten Paares) der Protozoëalarve von Euphausia vorangestellt, wie überhaupt die Euphausiden als die in der Gestaltung der Kiefer und Schalenduplicatur, sowie der gesammten Entwicklung am meisten an ursprüngliche Verhältnisse anschliessenden Malakostraken betrachtet werden konnten.

Im Gegensatz zu einer dem speciellen Verhalten der Decapodengliedmassen entlehnten Determination schien diese allgemein giltige, für sämmtliche Extremitäten aller Crustaceen von der zweiten Antenne an bis zur Fächergliedmasse anwendbare Unterscheidung nicht nur berechtigt, sondern für das Verständniss des Specialfalles unerlässlich. Zudem liess sich leicht die von Milne Edwards vorgeschlagene Terminologie unter geringen Modificationen übertragen, indem der Endopodit dem Stamm nebst Innenast, der Exopodit dem Aussenast und der Epipodit einem geisselartig gestalteten Theil des Kiemenanhangs entspricht.

[1]) C. Claus: Zur Kenntniss der Malakostrakenlarven. Würzburger naturw. Zeitschrift, Tom. II, 1861, pag. 33.

[2]) Derselbe, Untersuchungen zur Erforschung der genealogischen Grundlage des Crustaceensystems. Wien 1876, pag. 16, 17.

Wenn ich dieselbe seither nicht zur Anwendung brachte, so lag dies zum Theil in dem Umstande begründet, dass die mit den gleichwerthig klingenden Namen bezeichneten Beinabschnitte morphologisch einen höchst ungleichen Werth haben, indem der erstere die Stammreihe der Glieder, die beiden andern unter einander selbst ungleichwerthige Seitenanhänge jener repräsentiren.

Dies Verhältniss scheint auch für Huxley[1]) den Anlass gegeben zu haben, den Begriff Endopodit auf den inneren Ast zu beschränken und für beide Glieder des Stammes die Bezeichnung Protopodit[2]) anzuwenden, allerdings im Widerspruch mit Milne Edwards' Terminologie, nach welcher der Protopodit, entsprechend dem Protognathe oder erstem Kieferpaar, das erste Beinpaar sein würde. Will man sich über die auf der Hand liegenden Widersprüche hinaussetzen und die M. Edwards'schen Namen zur Bezeichnung gleichwerthiger Gliedmassenabschnitte gebrauchen, so wird die Huxley'sche Modification nothwendig sein. Der Protopodit würde dem cylindrischen Stamm, Endopodit der verlängerten Stammreihe (Glied 3 bis 7) oder dem Innenast, Exopodit dem Aussenast und Epipodit dem geisselartig umgestalteten Theil der Kieme entsprechen. Ich selbst werde den Ausdruck Protopodit vermeiden und statt desselben nach wie vor die Bezeichnung „Extremitätenstamm" (mit Basalglied [1] und Stammglied [2]) anwenden. Dagegen werde ich die übrigen „Termini" in dem modificirten Sinne als gleichwerthig mit innern, äussern Ast und Nebenanhang zur Anwendung bringen und in gleicher Weise auf Kiefer und Kieferfüsse, welche ja modificirten Beinpaaren entsprechen, übertragen.

Die Antennen des ersten Paares.

Die Vorderantennen können, wie ich bereits in meiner Arbeit über das Crustaceensystem[3]) dargelegt habe, nicht ohneweiters auf die Gliederungsform, welche für die übrigen Extremitäten

[1]) Th. Huxley, On the Classification and the Distribution on the Crayfishes Proceedings of the Zool. Society of London 1878. — Derselbe: Der Krebs, eine Einleitung in das Studium der Zoologie. Deutsche Ausgabe, Leipzig 1881.

[2]) J. E. V. Boas hält freilich in seinen „Studien über die Verwandtschaftsbeziehungen der Malakostraken" (Morphologisches Jahrbuch, Tom. VIII, 1883, pag. 490) die Unterscheidung des „Protopodits" für „ganz willkürlich und wenig angemessen, indessen wohl aus dem Grunde, weil er lediglich die Gliedmassen der ausgebildeten Malakostraken im Auge hat. Schon ein Blick auf die Spaltfüsse einer Zoëa, und vollends ein minder einseitiger, die niederen Formzustände ausschliessender Standpunkt dürfte ihn wohl eines Besseren belehrt haben.

[3]) l. c. pag. 24.

Geltung hat, zurückgeführt werden, indem sie ursprünglich — und zwar noch bei sämmtlichen Entomostraken — eine einzige Gliederreihe repräsentiren. Wo diese Extremität einen oder mehrere Nebenäste erzeugt, geschieht solches secundär. „Der Vorgang, durch welchen die Bildung eines secundären, nicht mit dem äusseren oder Schwimmfussast zu verwechselnden Nebenastes eingeleitet wird, vollzieht sich überall in höchst einfacher und wesentlich übereinstimmender Weise, indem sich ein Glied in einen Fortsatz auszieht, der sich mit dem weiteren Wachsthum beweglich absetzt und mit einer späteren Häutung in zwei oder mehrere Glieder zerfällt.“ Diese Entstehungsweise der Nebengeisseln wurde mit der Bildung von geisselartigen Ausläufern an den Vorderbeinen von Apus verglichen. Auch bei Nebalia, dem Repräsentanten der Leptostraken, welche unter Bezugnahme auf eine frühere Arbeit [1]) den Ausgangspunkt dieser Betrachtungen zum Verständniss der Malakostrakencharaktere bildete, wurde auf diesen Nebenast am viergliedrigen Schafte der vorderen Antenne hingewiesen, der in diesem Fall eine borstenbesetzte Platte darstellt und seiner Gestalt nach an die Schuppe erinnert, welche das zweite Antennenpaar der meisten langschwänzigen Decapoden auszeichnet. Trotzdem finden wir in der neuerdings veröffentlichten Arbeit von Boas über die Verwandtschaftsbeziehungen der Malakostraken, welche in gleicher Weise Nebalia zum Ausgang nimmt, die Behauptung ausgesprochen: „Ebenso wie andere Gliedmassen sind sie (die vorderen Antennen) zwar gewöhnlich zweiästig und beim ersten Anblick sieht es recht plausibel aus, den Schaft und Innenast als Endopodit, den Aussenast als Exopodit aufzufassen, was bisher auch immer geschah.“ Und nun wird in ausführlicher Deduction die mit meiner Darstellung übereinstimmende Beweisführung angetreten, dass dem nicht so sei und dabei noch auf die Figuren jener Arbeit verwiesen, an denen der Innenast noch nicht vorhanden oder als Fortsatz am Schaftglied in der Anlage begriffen ist.

War somit schon längst der Gegensatz in der Gestaltung und Gliederungsweise der vorderen als Sinnesorgane fungirenden Antennen zu den übrigen Gliedmassen festgestellt, so überrascht uns derselbe Autor von Neuem durch die Formulirung seiner Schlussfolgerung, dass die vorderen Antennen „am richtigsten gar nicht als Gliedmassen“, sondern „ebenso wie die gestielten Augen als gliedmassenähnliche Sinnesorgane aufgefasst werden

[1]) Vgl. C. Claus: Ueber den Bau und die systematische Stellung von Nebalia. Zeitschr. für wiss. Zool. Tom. XXII, 1872, pag. 325.

müssen". Nun bedarf es gewiss keiner weiteren Erörterung, dass die längst bekannten Abweichungen zwischen den vorderen Antennen und übrigen Extremitäten keineswegs zur Aufstellung dieses Satzes Berechtigung geben. Wohl aber sind andere, viel tiefer liegende Gründe vorhanden, welche gegen die vollkommene Homologie jener mit den gleichwerthigen Metameren zugehörigen Gliedmassen sprechen und auch bereits von mehreren Seiten in das rechte Licht gestellt worden. Es ergibt sich nämlich aus der Entwicklungsweise nicht nur der Crustaceen, sondern der Arthropoden überhaupt, dass der Körperabschnitt, welchem die vorderen Antennen (bei den Tracheaten sind nur diese Antennen vorhanden) angehören, mit den nachfolgenden Metameren keineswegs gleichwerthig ist, sondern wie bei den Anneliden Besonderheiten zeigt, welche ihm eine separate Stellung den Metameren gegenüber sichern. Schon der Kopfabschnitt des Annelidenkörpers [1]) mit seiner Scheitelplatte, über welcher die Anlagen der Fühler hervorsprossen, steht dem metamerisch gegliederten Rumpfe mit den Parapodien-Anlagen gegenüber, und nach den Ergebnissen, welche wir den zahlreichen Arbeiten über Entwicklungsgeschichte verdanken, erscheint die Auffassung wohl begründet, die vordere aus dem Scheitellappen gebildete Region des Arthropodenkopfes nebst Fühleranlagen dem Kopfabschnitt der Anneliden, alle übrigen Segmente des Arthropodenleibes, welchen die Gliedmassen vom zweiten Antennenpaare an zugehören, als gleichwerthige Metameren den Rumpfmetameren der Anneliden an die Seite zu stellen. Damit ist aber noch keineswegs die Berechtigung bewiesen, diese Antennen der Crustaceen als Träger der Geruchsorgane und eventuell der Gehörblase, von den Extremitäten auszuschliessen und mit den gestielten Augen, deren Entstehungsweise als abgeschnürte, die seitlichen Theile des Gehirns mit aufnehmende Seitenstücke des Kopfes ich längst sowohl für Branchipus als für die Podophthalmen [2]) in überzeugender Weise dargethan zu haben glaube,

---

[1]) B. Hatschek: Studien über Entwicklungsgeschichte der Anneliden. Arbeiten aus dem zoologischen Institute der Universität Wien. Wien, Tom. I, 1878, pag. 73, 77, 112; ferner Balfour: Handbuch der vergleichenden Embryologie. Jena 1880, Tom. I, pag. 387.

[2]) Vgl. C. Claus: Malakostrakenlarven, 1863. — Derselbe, Zur Kenntniss des Baues und der Entwicklung von Apus und Branchipus. 1873, pag. 23. — Derselbe, Crustaceensystem, 1876, pag. 18. Merkwürdigerweise werden trotzdem von einzelnen Autoren und noch dazu von Forschern wie Huxley die Stielaugen zu den Gliedmassen gezählt, und zwar auf Grund der von Edwards ganz

als gliedmassenähnliche Sinnesorgane zusammenzustellen. Die Antennen entwickeln sich am Kopfe als selbstständige Erhebungen, welche im weiteren Verlaufe neue Gliederungen gewinnen, die Augenstiele als Abschnürungen der Seitentheile des Kopfes selbst mit nachfolgender Abgliederung des Basalstückes. Unter solchen Verhältnissen wird es meines Erachtens den gegenwärtig vorliegenden Erfahrungen am besten entsprechen, die Vorderantennen nach wie vor als Gliedmassen zu betrachten, sich dabei aber bewusst zu sein, dass dieselben keinen Leibessegmenten, sondern dem auf ein solches nicht zurückführbaren Vorderkopf entsprungen sind, dessen Seitentheile sich als gliedmassenähnliche, zu Stielaugen werdenden Anhänge beweglich abschnüren können, und dass diese Gliedmassen auch eine andere Form der Gliederung, als die Extremitäten der als Metameren aufzufassenden Leibessegmente durchlaufen.

Die Frage über das Verhältniss der vorderen Antennen zu den Gliedmassen der Körpersegmente steht im Zusammenhang mit dem Problem von der phylogenetischen Beziehung der Anneliden und Crustaceen und von dem Verhältniss der primären Annelidenfühler zu den Parapodien. Dieses Problem ist schon öfter aufgeworfen und besprochen, zur Zeit aber noch keineswegs in zufriedenstellender Weise behandelt worden. Was die Crustaceen anbetrifft, so glaube ich wohl zuerst auf Grund der bei Phyllopoden und Entomostrakenlarven bekannt gewordenen Innervation der hinteren Antennen vom unteren Schlundganglion aus das zweite Paar der Antennen als ursprünglich präorales Gliedmassenpaar in Abrede gestellt und auch mit Rücksicht auf die mit dem dritten Gliedmassenpaare (Mandibel) der Naupliusform übereinstimmende Gliederung als Gliedmasse eines Metamers in Anspruch genommen zu haben.

Für die Beurtheilung aber der metameren Gliedmassen des Arthropodenleibes im Vergleich zu den Parapodien der Anneliden würde das Verhältniss zu erörtern sein, in welchem die jüngsten Larvenformen beider Thierkreise, die Naupliusform zur Lovén'schen Larve oder Trochophora stehen. Ich werde später auf diese Frage zurückkommen und dieselbe zu beantworten versuchen.

---

unzureichend beschriebenen Monstrosität einer am Auge sich erhebenden, antennenähnlichen Extremität.

[1]) Vgl. C. Claus: Zur Kenntniss der Organisation der Daphniden. Zeitschr. für wiss. Zool. 1876, pag. 379, ferner Lehrbuch der Zoologie, 4. Aufl., pag. 518.

Die hinteren Antennen.

Für das Verständniss der Malakostrakengliedmassen ist es von Bedeutung, dass die hintere Antenne [1]) im Larvenzustande mancher Malakostraken, wie z. B. Euphausia, den Bau einer Entomostrakengliedmasse wiederholt, indem sie auf einem zweigliedrigen Stamm zwei lange Aeste „als Anlagen der Geissel und lanzettförmigen Platte“ (Schuppe) trägt. (Fig. 1.) Im Wesentlichen findet sich dieselbe Gestalt auch an den Antennen der Protozoëalarven von Penaeus [2]), sowie Sergestes und Lucifer. [3]) Hier besitzt der die Schuppe erzeugende Aussenast bereits eine Gliederung, so dass im Antennenbau der Protozoëa eine grosse Uebereinstimmung mit dem des zweiten Gliedmassenpaares des Nauplius besteht. Dazu kommt die übereinstimmende Ausmündungsstelle der bei Entomostraken und Malakostraken vorhandenen Antennendrüse am Basalgliede dieser Extremität, bei der Naupliuslarve vor dem grossen Kieferhaken (Branchipus), bei den Malakostraken meist auf einer kleinen zapfen- oder stielförmigen Erhöhung.

Die Unterscheidung eines vier- oder fünfgliedrigen Schaftes und einer vielgliedrigen Geissel bezeichnet ein secundäres, und auch nicht einmal für alle Malakostraken giltiges Verhalten, welches sich dadurch erklärt, dass die zwei oder drei proximalen Glieder des Innenastes die nachfolgenden an Umfang und Stärke überwiegen und daher, gewissermassen als Schaftglieder assimilirt, zu den beiden primären Stammgliedern hinzutreten, so dass die durch kurze und schmale Ringe bezeichnete Geissel nur einem Theil des Innenastes oder Endopoditen entspricht. Nicht selten sind jedoch beide Abschnitte nicht scharf von einander abgesetzt oder überhaupt gar nicht unterscheidbar, besonders dann, wenn die

---

[1]) Ray Lankester, welcher auch die Arthropodengliedmassen mit den Anhängen der Anneliden für homolog hält, hat in seiner Abhandlung: „Appendages and nervous system of Apus cancriformis.“ Quarterly Journal of mikroskopical science vol. XXI, 1881, die schon früher von ihm ausgesprochene Ansicht, nach welcher auch das vordere Antennenpaar der Crustaceen einer postoralen Gliedmasse entspreche, durch den Ursprung des Antennennerven aus dem Schlundring bei Apus cancriformis zu begründen versucht. Es bedarf keiner weiteren Ausführung, dass diese Form der Abzweigung des Nerven nicht den Ursprung der Nervenwurzel in Gangliengruppen des Gehirns widerlegt, daher in keiner Weise beweisend ist.

[2]) Vgl. auch Fritz Müller: Verwandlung der Garneelen. Archiv für Naturg. 1863, sowie Für Darwin. Leipzig 1864 etc., ferner Claus, Crustaceensystem.

[3]) W. K. Brooks: On Lucifer, a Study in Morphology. Philos. Transactions of the Royal Society of London, 1882.

Antenne kurz bleibt und nur eine geringe Gliederzahl, etwa sechs bis acht Glieder besitzt.

Es kann aber auch der Fall eintreten, dass der Schaft durch die beiden primären Schaftglieder repräsentirt bleibt und somit die mehr oder minder ausgeprägte Geissel dem Endopoditen entspricht, so im Jugendzustand und auch am Geschlechtsthier von Hemioniscus balani[1]), ferner an den Antennen von Apseudes.[2])

Der Aussenast oder Exopodit bleibt bei den Stomatopoden, Schizopoden und langschwänzigen Decapoden in der Regel als Schuppe erhalten, die dann stets am zweiten Glied des Schaftes entspringt und so den primären Theil desselben abgrenzt. Bei den Brachyuren und Arthrostraken fehlt dieselbe oder ist doch nur ausnahmsweise erhalten.

Eine solche Ausnahme trifft unter den Arthrostraken für die Tanaidengattung Apseudes zu, deren hintere Antenne einen schuppenförmigen Exopoditen trägt. In diesem Falle hat sich auch für den Antennenschaft die primäre Form des für die Entomostraken und oben genannten Zoëen charakteristischen zweigliedrigen Stammes erhalten. Der Nebenast fehlt auch schon an der hinteren Antenne von Nebalia, deren Schaft durch Assimilirung des ersten Endopoditengliedes dreigliedrig wird.

Selten wie bei den meisten Hyperidenweibchen fällt die Antenne als Gliedmassenanhang aus, in welchem Falle wir an Apus und die Cirripedien unter den Entomostraken erinnert werden; indessen habe ich für die Phronimiden den Nachweis geführt, dass das Grundglied der Antenne mit der Drüsenmündung wenn auch nicht beweglich vom Integument abgesetzt, als gewölbter Vorsprung erhalten bleibt, und somit in die Bedeckung des Segmentes gewissermassen eingezogen erscheint. Auch bei den Bopyridenweibchen wird die zweite Antenne rudimentär, beziehungsweise wie bei Bopyrus Virbii[3]) auf einen Höcker reducirt. Bei den Entonisciden werden in beiden Geschlechtern hintere und vordere Fühler rückgebildet, welche letztere auch beim Männchen als ungegliederte Stummel nachweisbar bleiben.

---

[1]) Vgl. Buchholz: Ueber Hemioniscus balani. Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Tom. XVI.

[2]) C. Claus: Ueber Apseudes Latreillii etc. Arbeiten des zool. vergl. anat. Institutes Wien. Tom. V, 1884.

[3]) Vgl. Walz: Arbeiten aus dem zool. Institute der Universität Wien und der zool. Station in Triest. Tom. III.

Die Mandibeln.

Ueber die Entstehung und morphologische Zurückführung der Mandibeln und ihres Tasters ist man schon seit langer Zeit vollständig im Klaren. Schon seit 25 Jahren darf der schon von Rathke aufgestellte Satz durch meine auf Copepoden[1]) bezüglichen Untersuchungen als bewiesen gelten, dass der Kautheil dieser Gliedmasse aus dem Coxalglied derselben hervorgewachsen ist und somit lediglich dem basalen Gliede einer Extremität entspricht. Es muss daher die Sachkundigen überraschen, wenn ein jüngerer Autor[2]) noch im Jahre 1883 allen Ernstes den Beweis beizubringen für nöthig erachtet, dass das Corpus mandibulae „nicht, wie es vielfach behauptet wird, durch eine Concrescenz mehrerer Glieder entstanden" sei und diesen Beweis in der Mandibel nebst Palpus eines Calaniden gefunden zu haben glaubt, an welcher der Nebenast des Tasters als Exopodit am ersten Glied des Palpus, also dem zweiten Gliede des Endopodits entspringe, daher das Mandibel-Corpus wirklich dem ersten Glied desselben entsprechen müsse! Das für die Copepoden Nachgewiesene gilt in gleicher Weise für die Phyllopoden, Ostracoden und Malakostraken (Nauplius).

Im Speciellen gestaltet sich die Form der Kaufortsätze, sowie die besondere Bezahnung der Mandibel nach Lebensweise und Ernährung so ausserordentlich verschieden, dass es den Rahmen einer allgemeinen Betrachtung überschreiten würde, auf diese Besonderheiten näher einzugehen. Nur das mag für die kauenden Mandibel als höchst charakteristisch hervorgehoben werden, dass sich die Bezahnung der rechten und linken Seite nicht in völlig übereinstimmender Weise gestaltet und gelegentlich eine sehr ausgeprägte Asymmetrie beider Mandibeln zu Tage tritt.

Die ursprüngliche Form der dritten zur Mandibel werdenden Gliedmasse ist ohne alle Frage im Naupliusstadium am vollständigsten erhalten und erscheint als genaue Wiederholung der vorausgehenden, mit zweigliedrigem Stamm und zwei Aesten versehenen Gliedmasse, welche die hintere Antenne liefert. In der Gestaltung der drei Extremitätenpaare, die sich im wesentlichen unverändert bei Naupliusformen der verschiedenen Entomostraken

[1]) C. Claus: Zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Copepoden. Archiv für Naturgeschichte, 1858. — Derselbe, Die freilebenden Copepoden. Leipzig 1863. pag. 25, 26, 76, 78. — Derselbe, Crustaceensystem, l. c. pag. 16.

[2]) J. E. V. Boas: Studien über die Verwandtschaftsbeziehungen der Malakostraken, l. c. pag. 494.

und Malakostraken wiederfinden, werden wir ursprüngliche Eigenschaften dieses Larvenzustandes anzuerkennen haben und dieselben auch als den ältesten Crustaceentypen eigenthümlich voraussetzen dürfen. Aus diesem Grunde, sowie mit Rücksicht auf die bereits bedeutend abweichende Gestaltung der auf die Mandibeln folgenden Gliedmassen der Phyllopoden, welche seit langer Zeit allgemein als die ältesten Crustaceen betrachtet und dann später von E. Haeckel zur Ableitung auch der Malakostraken herangezogen waren, vermochte ich für diese Crustaceenabtheilung den Werth als Stammgruppe nicht anzuerkennen, umsoweniger, als die Phyllopoden eine tasterlose (dementsprechend schon bedeutend veränderte) Mandibel und hinter derselben zwei überaus reducirte Maxillen besitzen. Ich nahm daher, zumal auch abgesehen von der Gliedmassenform die Gleichwerthigkeit anderer äusserer Körpertheile (Schale, Schwanzende) und innerer Organe (Auge, Antennendrüse, Schalendrüse, Herz) bei Malakostraken und Entomostraken nicht zu bezweifeln stand, die hypothetische Gruppe der Urphyllopoden zu Hilfe, denen nicht nur eine dem Nauplius entsprechende Gestaltung der vorderen zweiästigen Gliedmassenpaare, sondern auch als Wiederholung derselben zweiästige, jenen ähnliche, von den Lappenfüssen der Phyllopoden verschiedene [1]) Beinpaare zugeschrieben wurden. In diesem Zusammenhang fasste ich auch die ausgesprochen lamellöse Form des Exopoditen am Phyllopodenfusse als eine spätere erst mit der mehr localisirten Athmung an der Innenlamelle der Schalenduplicatur, sowie an dem neu auftretenden Kiemenanhange des Basalgliedes der Extremität entwickelte Modification auf.

Nun ist allerdings die Benennung dieser alten Crustaceen-

[1]) C. Claus: Crustaceensystem, l. c. pag. 17. „Demnach würden wir zu dem gewiss nicht unberechtigten Schlusse geführt, dass die Extremitäten der Stammkrebse, über deren Bau uns leider die ältesten paläontologischen Crustaceenreste der Zeit keine Auskunft geben, keineswegs echte blattförmige Phyllopodenfüsse waren, sondern den Gliedmassen von Nauplius ähnlich, eine Annäherung an die Spaltfüsse zeigten, welche nun um so leichter in einseitiger Streckung der Aeste, den sich nach einer anderen Richtung mehr flächenhaft gestaltenden Phyllopodenfüssen gegenüber ihr Eigenthümlichkeiten ausbilden konnten. Betrachten wir die Protozoëalarven der Euphausia auf die Besonderheiten ihrer Gliedmassen, so lernen wir hier in der That in dem einzigen Spaltfusspaar (erster Kieferfuss) eine zwischen Spaltfüssen und Phyllopodenbeinen die Mitte haltende Gliedmassenform kennen, die uns möglicherweise auf die Art und Weise, wie wir uns die Gliedmassen der Urphyllopoden zu denken haben, zurückweist.“ Vergl. ferner l. c. pag. 100.

gruppe als „Urphyllopoden“ keine glückliche gewesen, da sie die irrthümliche Vorstellung involvirt, als handle es sich im Grunde doch nur um alte Phyllopodentypen, denen eben nur eine andere Bezeichnung gegeben worden sei. Auf diese Weise erklärt es sich, dass man ohne Rücksicht auf die von mir für Kiefer und Gliedmassen dargelegten Unterschiede nach wie vor die Phyllopoden als Stammgruppe der Crustaceen betrachten und mich selbst als Vertreter dieser Auffassung anführen konnte. Ein neuerer Autor glaubte sogar ganz kürzlich, ohne auf die Ergebnisse der seitherigen Untersuchungen die geringste Rücksicht zu nehmen, als Hauptergebniss seiner eigenen Arbeit den Satz aufstellen zu können: „Die Malakostraken sind von Phyllopoden, unter denen die Gattung Nebalia am nächsten mit ihnen verwandt ist, abzuleiten.“ In diesem Falle kam noch das völlig missverstandene Verhältniss von Nebalia, für deren Deutung als Phyllopoden die alten, auf ungenügender Basis aufgestellten Anschauungen von M. Edwards als massgebend betrachtet wurden, zur Verstärkung des Irrthums hinzu.[1]) Um ähnlichen Missverständnissen für die Zukunft vorzubeugen, werde ich die hypothetische Stammgruppe der Crustaceen nicht mehr als Urphyllopoden, sondern als Protostraken bezeichnen.

Eine Reihe von Merkmalen, wie die gestreckte Körperform und gleichmässige Wiederholung der zahlreichen Körpersegmente, das Vorhandensein eines vielkammerigen Rückengefässes, einer gleichartigen Ganglienkette, dürften von den Protostraken auf die Phyllopoden übergegangen sein und sich in einzelnen Gattungen, wie Branchipus als ursprüngliche Charaktere am vollständigsten erhalten haben. Die Gliedmassen aber besassen eine mehr gleichmässige, indifferente Gestaltung, denen von Nauplius ähnlich. Die Mandibeln und Maxillen, ebenso wie die nachfolgenden Extremitäten waren wenig modificirte Wiederholungen der Gliedmasse zur Seite des Mundes (zweite Antenne).

Als eine später entstandene, von den Protostraken verschiedene, aber von denselben in gleicher Weise wie die Entomostrakenordnungen abzuleitende Formengruppe wurde die hypothetische Abtheilung der Urmalakostraken als specielle Stammgruppe der Malakostraken aufgestellt und ein eingehenderes

[1]) Ich meine hier die mehrfach citirte Arbeit von Boas, für welchen Ergebnisse der neueren Crustaceenliteratur überhaupt nicht zu existiren scheinen oder doch höchstens in Abbildungen bestehen, auf welche dieser Autor hier und da zum Belege seiner Ansichten hinweist.

Bild von der allgemeinen Gestaltung und Organisation derselben entworfen, welches auch jetzt noch nach zahlreichen inzwischen gewonnenen Erfahrungen seinem vollen Inhalte nach aufrecht erhalten werden muss. [1])

Für die Mandibel dieser zu den Malakostraken führenden Stammgruppe dürfte mit grosser Wahrscheinlichkeit angenommen werden, dass die aus dem Basalglied hervorgewachsene Kieferlade an Stelle des verloren gegangenen zweiästigen Fusses der Protostraken einen einästigen (wohl dreigliedrigen) Taster trug.

Wenn die Verwerthung der Nauplius-Extremitäten als ursprünglicher Gliedmassenformen und somit auch die Beschaffenheit des zweiästigen Tasters, wie ihn die Metanaupliusform an ihrer Mandibel trägt, als Charakter der Protostraken grosse Wahrscheinlichkeit für sich hat, so ist doch damit die bisher meist im Sinne Fr. Müller's beantwortete Frage, ob der Naupliusform als solcher ein phyletischer Werth zukommt und den Protostraken (Urphyllopoden) eine Stammgruppe der Naupliaden vorausgegangen ist, nicht im Entferntesten entschieden. Wir werden auf dieselbe in einem späteren Capitel zurückkommen.

---

[1]) C. Claus: Crustaceensystem, l. c. pag. 23. Als Charaktere dieser muthmasslichen Crustaceengruppe wurden das Vorhandensein einer in der Maxillarregion entspringenden, der Entomostrakenschale gleichwerthigen Schildduplicatur, sowie einer einfachen Fächerplatte (Telson) mit einbezogenen Furcalästen vorausgesetzt. Die Seitenaugen sassen auf beweglichen Stielen. Die vorderen Fühler waren Träger von Sinnesorganen, die hinteren, wahrscheinlich bereits mit Schuppenanhang (Exopodit), Bewegungsorgane. An der Mandibel war der zweiästige Fuss (der Urphyllopoden) durch einen einästigen (wohl dreigliedrigen) Taster ersetzt. Hinter demselben fand sich die Unterlippe in Form der Paragnathen. Dann folgten zwei aus Beinpaaren hervorgegangene Maxillarpaare von noch gröserem Umfang und vollständigerer Gliederung als bei den jetzt lebenden Malakostraken, mit Kieferladen am Stamm, mehrgliedrigem Taster (Endopodit) und schwingender Branchialplatte (Exopodit). Es folgte der achtgliedrige, mit gleichgestalteten, Kiemensäckchen tragenden, spaltfüssigen Beinpaaren versehene Mittelleib (secundäre Mittelleib) und das sechsgliedrige Abdomen mit ebensoviel zweiästigen Pleopoden und Fächerplatte (7 Segment d. Abd.). Auf das bereits durch secundäre Ganglien verstärkte Gehirn folgte eine langgestreckte Bauchkette mit Ganglien in sämmtlichen Segmenten. Die Speiseröhre bildete bereits als Vormagen einen hinteren erweiterten Abschnitte mit Cuticularbewaffnung. Ein nach vorne gerichteter und zwei (ventraler und dorsaler) nach hinten dem Darm entlang verlaufende Leberschläuche sassen jederseits am Anfange des Chylusdarms. Der Afterdarm mündete an der Ventralseite der Fächerplatte. Ein vielkammeriges Herz pulsirte an der Dorsalseite des Chylusdarmes. Die weiblichen Geschlechtsöffnungen lagen am drittletzten, die männlichen am letzten Segmente des Mittelleibes.

Die Paragnathen.

Die Mandibeln werden bei zahlreichen Crustaceen nach der Region der Maxillen hin durch eigenthümliche Lippenbildungen begrenzt, welche nicht [1]) wie die Unterlippe der Hexapoden auf ein Gliedmassenpaar zurückzuführen sind, obwohl sie mit demselben ihrem Aussehen nach verwandt zu sein scheinen und selbst einen ladenartigen Abschnitt gesondert zeigen können (Apseudes). Ich habe dieselben früher als Paragnathen bezeichnet, und wegen des Mangels eines besonderen Ganglions angenommen, dass sie als selbstständige Erhebungen ähnlich der freilich unpaaren Oberlippe entstanden sind. Paarige Paragnathen treten nicht nur allgemein bei den Malakostraken, sondern auch in einzelnen Entomostrakengruppen wie bei Ostracoden (Halocypris) und Copepoden auf, scheinen aber auffallender Weise den Phyllopoden ganz zu fehlen. Ob die auch bei Copepoden und Ostracoden bekannt gewordene Unterlippenbildung, welche in Verbindung mit der Oberlippe zur Begrenzung eines die Mandibeln aufnehmenden röhrenförmigen Mundkegels verwendet werden kann, den Paragnathen der Malakostraken morphologisch entspricht, mag vorläufig dahingestellt bleiben; jedenfalls aber sind die Paragnathen in den verschiedenen Malakostrakenordnungen gleichwerthige Organe und auf eine schon der gemeinsamen Stammgruppe zugehörige Unterlippe zurückzuführen. Dass dieselbe in keinem einzigen Falle im Kreise der Phyllopoden constatirt werden konnte, spricht neben so zahlreichen anderen Argumenten gegen die Ansicht derjenigen Autoren, welche noch immer die Phyllopoden als Stammformen zur Ableitung sowohl der Entomostrakenordnungen, als auch der Malakostraken in Anspruch nehmen.

Allerdings muss ich bemerken, dass am vorderen Maxillenpaare von Apus eine Bildung vorkommt, die als eine nach hinten umgeschlagene Unterlippe gedeutet werden könnte (Fig. 2). Es sind die kleinen Vorderlappen der Maxillen (L'), von welchen die grösseren bezahnten Kauladen (L") freilich nur theilweise bedeckt werden. Jene als obere Laden aufgefasste Gebilde sind aber hinter dem Munde durch ein gemeinsames häutiges Zwischenstück verbunden, an welchem sich ein dicht behaarter, jederseits von einer Reihe quergestellter kurzer Stachelborsten umsäumter Wulst erhebt. Denkt man sich diese kleinen median verbundenen Vorder-

[1]) In dieser Hinsicht hat mich Brooks völlig missverstanden, wenn er mir die Ansicht zuschreibt, dass die Paragnathen Gliedmassen gleichwerthig seien. Vgl. W. K. Brooks: On Lucifer, l. c. pag. 94.

läppchen von den kräftigen Maxillarlappen getrennt und nach vorn umgeschlagen, so würde man eine an die Paragnathen erinnernde Unterlippe erhalten. Indessen handelt es sich doch im Hinblick auf den Mangel ähnlicher Lippen bei den übrigen Phyllopodengattungen nur um eine den Paragnathen ähnliche Bildung, die kaum als Ausgangspunkt zur Ableitung derselben verwerthet werden könnte.

Unter allen Malakostraken besitzen die Paragnathen bei Euphausia den grössten Umfang. Die nochmalige nähere Untersuchung belehrte mich über ein Verhältniss, welches bisher allen Beobachtern entgangen war und, wie ich glaube, die Bedeutung dieser Anhänge ausreichend aufklärt.

Die Paragnathen sind hier grosse ladenartige Lappen, deren schwach ausgebuchteter Innenrand mit feinen Härchen besetzt ist und an der Basis mittelst einer kielartig erhobenen Querbrücke lippenartig verbunden ist. (Fig. 4.) Jeder Lappen steht aber in continuirlichen Zusammenhang mit der Vordermaxille der entsprechenden Seite und erscheint als dessen untere, medialwärts abgezogene Lade.

Nach diesem Befunde halte ich es für wahrscheinlich, dass die Paragnathen der Malakostraken ihrem Ursprung nach zu den vorderen Maxillen gehören und deren nach vorn gerückte, selbstständig gewordene Basal-Laden repräsentiren. Bei allen übrigen Malakostraken, deren Mundtheile ich untersucht habe, ist der unmittelbare Zusammenhang mit den Maxillen aufgehoben und die Beziehung dieser zu den Paragnathen nicht mehr erkennbar. Bei den Mysideen liegen dieselben noch sehr nahe der Medianlinie und erscheinen deutlich zweilappig, bei den Decapoden rücken sie meist etwas weiter auseinander; überall aber sind sie mit längeren und kürzeren nach dem Munde gerichteten Härchen besetzt und durch Muskeln abducirbar. In einzelnen Fällen (Apseudes) kann sich ein Seitenstück desselben ladenähnlich absetzen.

Für die Richtigkeit der versuchten Zurückführung spricht auch die Gestaltung der vordern Maxillen und ihrer Theile, die seither nicht völlig zutreffend beurtheilt wurden. Doch hat schon Boas, ohne das nachgewiesene Verhältniss der Paragnathen zu kennen, aus der Zugehörigkeit der Fächerplatte (Exopodit) zur untern Maxillarlade gefolgert (Fig. 5 a), dass diese nicht an dem Basalgliede, sondern an dem zweiten Gliede sitze, während die obere oder äussere Lade auf das untere Glied des Palpus zu beziehen sei. Diese von Thysanopus und Euphausia auf die beiden Laden der vordern Maxille aller Malakostraken übertragene

Deutung steht im vollsten Einklang mit der Zurückführung der Paragnathen auf die losgelöste Lade des Basalgliedes der Maxille und erhält mit derselben erst ihre Ergänzung und Erklärung.

Die Maxillen.

Die Zweizahl der Maxillenpaare ist ein nicht nur für die Entomostraken, sondern für sämmtliche Malakostraken durchgreifender Charakter. In keinem mir bekannten Falle wird die Zweizahl überschritten, während allerdings eine Reduction dadurch eintreten kann, dass das zweite der Anlage nach vorhandene[1]) Maxillenpaar verkümmert (Cladoceren). Ausnahmsweise können Endopodit und Exopodit des zweiten Kieferpaares durch selbstständigen Ursprung getrennt sein, so dass an Stelle des zweiten Maxillenpaares zwei scheinbar selbstständige als „Kieferfüsse" bezeichnete Gliedmassenpaare treten können (Copepoden). Bei den Phyllopoden sind beide Maxillen stets zu einfachen Kauladen reducirt, und zwar die vordere in geringerem Masse als die hintere, welche bei den Cladoceren nur noch im Embryo nachweisbar ist und später rückgebildet wird.

Die Maxillen der Malakostraken erscheinen weit mehr entwickelt als die Phyllopodenkiefer; auch ist umgekehrt das vordere Paar einfacher gestaltet und wohl stets ohne Exopodit, der sich am zweiten Paare nicht selten als Fächerplatte erhält. Unter solchen Verhältnissen können die Phyllopoden[2]) unmöglich, wie Haeckel und A. Dohrn annehmen, als Ausgangspunkt zur Ableitung der Malakostraken verwerthet werden.

Dieser für das Verhältniss von Phyllopoden und Malakostraken wichtige Charakter, auf welchen ich wiederholt aufmerksam gemacht habe, ist von einzelnen Forschern unbeachtet geblieben, beziehungsweise durch unrichtige Deutungen entstellt worden. So glaubt Ray Lankester[3]) bei Apus hinter der

[1]) C. Claus: Zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Copepoden. Archiv f. Naturg. 1858. Fig. 47.

[2]) Ich gebrauche nach wie vor die Bezeichnung „Phyllopoden" für die ganze Ordnung, den Namen „Branchiopoden" für die Unterordnung. Freilich hat man mir diese Aenderung als argen Verstoss gegen die herkömmliche Unterscheidung zum Vorwurf gemacht, ohne jedoch zu bedenken, dass der im Ausdruck Phyllopod enthaltene Begriff den Beinformen der übrigen Entomostraken und Malakostraken gegenüber weit zutreffender ist, zumal der Besitz eines Kiemenanhanges auch anderen mehr specialisirten Beinformen eigenthümlich sein kann.

[3]) Ray Lankester: Appendages and Nervous System of Apus cancriformis. Quarterly Journal of Mikrosk. Science 1881, pag. 356, Taf. XX. Fig. 6.

Maxille ein Kieferfusspaar mit Lade (Endopodit) und Kiemenanhang unterscheiden zu können und Packard[1]) acceptirt den Irrthum bereitwillig als Thatsache. Offenbar haben beide Autoren meine in der Abhandlung über Apus und Branchipus gegebene Darstellung der Mundwerkzeuge dieser Phyllopodengattungen nicht genügend berücksichtigt oder für unrichtig gehalten, dagegen die verfehlte ältere Beschreibung Zaddach's, welcher auch Gerstäcker folgte, zu Grunde gelegt. Die Gliedmasse, welche Ray Lankester als Kieferfuss bezeichnet, entspricht dem von Zaddach als Thoracalfuss gedeuteten cylindrischen Fortsatz in Verbindung mit der medialwärts von demselben gelegenen zweiten Maxille. Auf diese Weise werden ein Protopodit (Endopoditlade) und eine Branchie künstlich zu Stande gebracht, von denen freilich Packard für die amerikanischen Apus-Arten nur die letztere bestehen lässt, da hier „die Lade (Endite) fehle". Ganz gewiss ist aber auch in diesem Falle die Lade, das heisst die zweite Maxille, vorhanden, während der vermeintliche Kiemenanhang dem schlauchförmigen Integumentalfortsatz entspricht, an dessen Ende ich die Mündung der Schalendrüse nachgewiesen habe (Fig. 3). Die letztere Beziehung scheint sowohl Ray Lankester als Packard völlig entgangen zu sein. Auch bei den übrigen Branchiopoden liegt die Mündungsstelle der Schalendrüse an der lateralen Seite der zweiten Maxille, ohne freilich auf eine schlauchförmige Erhebung des Integuments zu rücken. Dass die letztere bei Apus als ein Theil des Kiefers betrachtet werden kann, gestehe ich bei dem Zusammenhang derselben mit der Lade gern zu; damit ist aber weder die Zurückführung jener als Branchial- oder Epipodialanhang, noch auch die Deutung der Gliedmasse als Kieferfuss gerechtfertigt, durch welche ein ganz neues, allen übrigen Phyllopoden fehlendes Element aufgenommen sein würde. Auch Apus hat ebenso wie Artemia, Branchipus, Estheria, Limnadia etc. seine zwei Maxillenpaare, von denen das hintere mit dem zur Ausführung der Schalendrüse dienenden schlauchförmigen Fortsatz in Verbindung steht.

Der Mangel eines Mandibulartasters und die Reduction der beiden Maxillenpaare, wie wir sie ganz allgemein bei den Phyllopoden antreffen, schliesst diese in so zahlreichen anderen Eigenschaften an ursprüngliche Verhältnisse erinnernde Entomostraken

[1]) A. S. Packard: On the Homologies of the Crustacean Limb. American Naturalist. October 1882. — Derselbe, Morphology of Phyllopoda. A Monograph of North-American Phyllopod Crustacea. Washington 1883, pag. 387, Taf. XXXI, Fig. 3.

als Ausgangspunkt zur Ableitung der Crustaceen aus. Dagegen weist die fussähnliche Gestaltung, welche die Mundesgliedmassen der Malakostraken und vieler Entomostraken auszeichnet, auf eine gemeinsame Stammgruppe hin, deren Mandibeln und Maxillen eine mehr indifferente Form, besassen und führt zu der Annahme der Protostraken (Urphyllopoden). Da die Mundesgliedmassen (Mandibeln und zwei Maxillen) keinen als Kieme fungirenden Epipodialanhang tragen, glaubte ich als wahrscheinlich annehmen zu können, dass die am Coxalglied der Extremitäten anhaftenden Branchialschläuche als spätere auf die thoracalen Gliedmassen beschränkte Bildungen zu deuten seien.

Allerdings lassen sich gegen die Richtigkeit dieser Auffassung mehrere Einwände erheben, welche theils die noch näher zu berührende Vorstellung von der genetischen Beziehung der Crustaceenkiemen zu den Kiemen der Dorsibranchiaten (Polychaeten) betreffen, theils auf der Maxillengestaltung einiger Crustaceengruppen, vor Allem der Calaniden und Pontelliden, gegründet sind. In diesen Copepodenfamilien [1]) erscheint die Maxille als Wiederholung der beiden vorausgehenden zweiästigen Nauplius-Gliedmassen mit der Modification, dass sie ausser der Kaulade des Grundgliedes meist noch zwei kleinere Lobi am nachfolgenden, die beiden Aeste (Endopodit und Exopodit) tragenden Abschnitt entwickelt hat. Als einen neu hinzutretenden Theil besitzt sie aber noch an der Aussenseite des Gliedes eine fächerförmige, mit Borsten besetzte Platte, welche bei der Bewegung der Maxille die Strudelung verstärkt und morphologisch einem Branchialanhang gleichwerthig aufzufassen ist, der zwar nicht direct zur Athmung dient, jedoch als Athemplatte die Unterhaltung der respiratorischen Wasserströmung fördert. Man wird diesen basalen Fächer an der Copepoden-Maxille als Epipodialplatte zu bezeichnen haben und sich vorstellen können, dass die Entwicklung eines solchen Anhanges am Basalglied der Extremität dem Auftreten einer wahren Kieme vorausging, welche aus demselben nach Verlust der Borsten, wenn auch erst an den später folgenden Gliedmassenpaaren, hervorgegangen sein dürfte. Die Kieme neben dem Epipodit als eine zweite selbstständige Bildung des Grundgliedes aufzufassen, scheint mir wegen der schwierigen Erklärung des ersten Auftretens weniger annehmbar, obwohl beiderlei Formen von Anhängen an Phyllopodenbeinen (Branchipus, Artemia)

[1]) Vgl. C. Claus: Freilebende Copepoden, pag. 27, Taf. XXVI, Fig. 5, Taf. XXVIII, Fig. 8.

neben einander vorkommen können. Ich möchte mich vielmehr der auch durch das Verhalten der Decapoden unterstützten Ansicht zuneigen, dass Epipodit und Branchialanhang morphologisch nicht auseinander zu halten sind und dass in ähnlicher Weise, wie die Kieme in der Fächerplatte einen Vorläufer hatte, aus dem sie im Wechsel der Function hervorging, diese wiederum zu einem schwingenden Anhang zurückgebildet werden kann.

Um die Maxillen der Malakostraken richtig zu beurtheilen, hat man, wie ich dies bereits früher gethan habe, von den Zuständen auszugehen, in welchen sich beide Kiefer am vollständigsten als modificirte Beine präsentiren. Solche finden sich an den Larven der Euphausiden, Penaeiden und Sergestiden[1]) (Lucifer, Acetes, Sergestes), überhaupt bei denjenigen Malakostraken, welche noch ein freies Nauplius- und Protozoëa-Stadium durchlaufen.

Die vordere Maxille, bei allen Malakostraken nach Umfang und Gliederung mehr als die nachfolgende des zweiten Paares reducirt, besteht in diesem Falle aus zwei Kauladen, aus einem zwei-, drei- oder mehrgliedrigen Palpus (Endopodit) und einem borstenrandigen Fächeranhang (Exopodit). Von einer Kieme oder Epipodit ist bislang keine Spur nachgewiesen worden. Bei Euphausia (Fig. 5 a b), und dasselbe gilt auch für Thysanopus, wird die obere Lade (L. 5) auf das dritte Kieferglied zu beziehen sein, da die als Exopodit zu deutende Fächerplatte an der Region der unteren Lade entspringt (Fig. 5 a). Boas hat aus diesem von ihm zuerst bei Thysanopus beobachteten Verhalten für die vordere Maxille sämmtlicher Malakostraken geschlossen, dass die untere Lade derselben dem zweiten Gliede, die obere dem dritten Gliede angehöre, und dass noch ein ladenloses Grundglied bestehe, welches bei Thysanopus in seiner äusseren Partie eine derbe Beschaffenheit habe, an der inneren dagegen dünnhäutig und weich wie eine Gelenkhaut sei. Diese Deutung, deren Richtigkeit zunächst für Euphausia bereits durch die oben nachgewiesene Beziehung der Paragnathen als selbstständig gewordene Lade des Grundgliedes der Maxille unterstützt wird, hat denselben Autor aber zu der nicht genügend begründeten Annahme veranlasst, dass in besonderen Fällen auch am Grundglied eine neue Lade (Lacinia fallax) hervorwachsen könne. Eine solche wird insbesondere für die Amphipoden zu Hilfe genommen, um den seither, wie mir scheint, voll-

[1]) C. Claus: Crustaceensystem l. c. Taf. I, Fig. 5, 6, 8, 9; Taf. II, Fig. 4, 5; Taf. IV, Fig. 4, 5.

kommen richtig gedeuteten zweigliederigen Palpus als obere, dem dritten Gliede zugehörige Lade zu deuten und der Amphipodenmaxille einen eigentlichen Palpus abzusprechen, zumal dessen Lage mit Rücksicht auf die Cumaceen und insbesondere die Tanaiden-Gattung Apseudes eine rückwärts gewendete sein müsse.

Selbstverständlich kann die Aehnlichkeit des zweigliedrigen Tasters mit einer Lade, weil dieselbe eventuell auf secundärer Anpassung beruht, nicht als Beweisgrund herangezogen werden und noch weniger die mehr als problematische Vorstellung von der phylogenetischen Ableitung der Edriophthalmen aus einer Mysisartigen Stammform, auf die ich später noch zurückkommen werde.

Was die dem Exopoditen gleichwerthige Fächerplatte anbelangt, welche ursprünglich zur Verstärkung der Wasserströmung wesentliche Dienste geleistet haben mag und später in ihrer Function von dem entsprechenden Fächer der zweiten Maxille abgelöst wurde, so geht dieselbe bei allen Malakostraken (die Euphausidengruppe ausgenommen) verloren und es bleibt ausser den Kieferladen nur ein zweigliedriger oder auch einfacher Palpus zurück, der, wie bei den Isopoden, in manchen Fällen völlig ausfallen kann.

Auch für die Beurtheilung des zweiten Maxillenpaares ist Euphausia die beste Ausgangsform, da die ursprüngliche Gestaltung am vollkommensten am Kiefer derselben erhalten und die für die Decapodenkiefer charakteristische Specialisirung noch nicht durchgeführt erscheint. Ich habe auf dieses Verhältniss zwar schon in meinem Versuche [1]) der genealogischen Ableitung der Crustaceengruppen Rücksicht genommen, komme hier aber auf dasselbe nochmals zurück, theils weil meine Darstellung von späteren Autoren unbeachtet blieb, theils weil ich bei nochmaliger Revision der Beobachtungen einiges Bemerkenswerthe zu ergänzen habe.

Die zweite Maxille der Euphausialarve gleicht ganz auffallend einem Phyllopodenbein ohne Kiemenanhang. Die breite Platte repräsentirt vornehmlich den Stamm der Extremität mit vier Ladenfortsätzen, von denen die zwei unteren dem Basalglied, die zwei oberen dem zweiten Gliede angehören (Fig. 6). Der Endopodit ist lediglich durch eine einfache borstenbesetzte Lamelle repräsentirt, während der Exopodit als schmale Lamelle

[1]) C. Claus: Crustaceensystem l. c. pag. 34, Taf. I, Fig. 6 und 9; Derselbe, Schizopodenlarven, etc.

den Aussenrand des zweiten Stammgliedes in ganzer Länge bekleidet. Die Aehnlichkeit mit einem Phyllopodenbein wird noch durch eine zweite Borstenreihe an der Innenseite der Lappen verstärkt. Im Wesentlichen erhält sich nun diese Kieferform mit mehr oder minder ausgesprochenen Variationen in allen Gruppen der Thorakostraken, am wenigsten verändert bei den Mysideen, deren Lade am Basalglied oft (Siriella) ungetheilt bleibt und an den Basallappen des Phyllopodenbeines erinnert (Fig. 9). Dagegen zeigt der Endopodit eine grössere Streckung und ausgesprochene Zweigliederung.

Im Vergleich zu der vorderen Maxille von Euphausia tritt eine veränderte Lage der Laden zu einander und zur Fächerplatte hervor, indem die höher entspringende Lade die vorausgehenden von aussen überlagert (Fig. 7, 8), die Fächerplatte aber der inneren, das heisst dem Körper zugewendeten Seite angehört (Fig. 8). Daher erhält man ein nicht ganz gleiches Bild, je nachdem man die Gliedmassen von der inneren oder äusseren Seite darstellt (Fig. 8, 9) und findet die Ungenauigkeiten der seither gegebenen Abbildungen, in welchen jenes Verhältniss nicht ausreichend berücksichtigt wurde, wohl begreiflich. Ganz ähnlich verhält sich die etwas vereinfachte Lade der Cumaceen[1]) (Diastylis), deren borstenlose Fächerplatte ebenfalls der inneren Seite zugewendet liegt. Bei Apseudes und den Tanaiden ist die Reduction noch grösser und die Fächerplatte kaum noch als Rudiment nachweisbar.

Bei den Stomatopoden (Squilla) zeigt die entsprechende Maxille eine auffallend abweichende Gestalt (Fig. 10), die sich durch den Ausfall des Exopodits und secundäre Lappenbildung am Aussenrande der drei oberen Glieder erklärt. Das Basalstück entsendet nur einen Ladenfortsatz, während das zweite Glied deren zwei entwickelt. Dann folgt der zweigliedrige Endopodit mit seinen fächerartigen Aussenlappen, unter denen ein kleiner dritter Fächerlappen am oberen Ende des Stammes liegt, welcher zur Deutung als reducirter Exopodit Anlass geben konnte. Dass die letztere Auffassung unberechtigt ist, ergibt sich aus den von mir[2]) beschriebenen Entwicklungsphasen des Alima- und Erichthusstadiums, welchen dieser Anhang ebenso wie die beiden Fächerlappen am Endopodit

[1]) Vergl. G. O. Sars: Beskrivelse af de Paa Fregatten Josephines Expedition fundne Cumaceer. Stockholm 1871. Taf. II, Fig. 9 und 9[1].

[2]) C. Claus: Die Metamorphose der Squilliden. Göttingen 1871. Taf. II, Fig. c[1], Taf. IV, Fig. 18 c.

(Palpus) fehlen. Es handelt sich demnach um secundäre Neubildungen, von denen die dritte rudimentär bleibende die beiden grösseren oberen wiederholt und um so weniger als Exopodit gedeutet werden kann, als dieser Extremitätentheil schon sehr frühzeitig auftritt.

Dagegen bewahren die langschwänzigen wie kurzschwänzigen Decapoden den Typus weit vollständiger, und zwar in ganz charakteristisch modificirter Gestalt.

Sehr allgemein sind die vier Kauladen des Stammes erhalten — von Ausnahmen, wie z. B. Sergestes und vielen Garneelen abgesehen. Der Endopodit ist durch einen gestreckten, im Larvenalter zwei-, drei- oder mehrgliedrigen Palpus vertreten und der Exopodit eine mächtige, halbmondförmige geschwungene Platte mit einem vorderen und hinteren Lappenfortsatz geworden, deren Function zur Regulirung der Wasserströmung im Kiemenraum erst bei den Decapoden specialisirt erscheint, da es bei den Mysideen noch der Epipodialanhang des vorderen Kieferfusses ist, welcher die Wasserströmung im vorderen Raume der Schalenduplicatur unterhält.

Bei den Edriophthalmen erfährt die zweite Maxille durch den Ausfall von Palpus und Athemplatte, sowie durch Verminderung in der Zahl der Laden eine Reduction, die bei den Amphipoden am vollständigsten ist.

Indessen dürfte auch die dem Phyllopodenfusse ähnliche Gestaltung, wie sie diese Gliedmasse bei den ausgebildeten Euphausiden zeigt, keineswegs die ursprüngliche Form zum Ausdruck bringen, die wir gewiss richtiger in den Protozoëalarvenstadien dieser Schizopoden, sowie der Sergestiden und Penaeiden zu suchen haben.

Die Gründe für diese Ansicht liegen nicht nur in dem Umstand, dass die Larvenform an sich ein primitiveres Verhalten der Organe erwarten lässt, sondern in der grossen Uebereinstimmung der Mundesgliedmassen dieser Larven mit den Gliedmassen der Naupliusform, als deren Wiederholungen an den auf die Mundregion folgenden Metameren jene zu betrachten sind (Fig. 11, 12). Die ansehnlichere Streckung des Innenastes der Maxillen mit seiner ganz ähnlich wie dort gestalteten Borstenbewaffnung, die wenn auch gedrungene, aber noch nach vorn gerichtete Lage des Exopoditen, welcher noch nicht die lamellöse Form und eigenthümliche Fächerstellung seiner Borsten ausgebildet hat, weisen darauf hin, dass die beiden Maxillenpaare ursprünglich den Naupliusglied-

massen des zweiten und dritten Paares ähnlich gestaltet waren, und dass die lamellöse und verkürzte Form des ausgebildeten Malakostrakenkiefers mit seinen Laden und lamellösen Anhängen erst auf secundäre Anpassungen zurückzuführen ist, ähnlich wie sie bei den Phyllopoden an den nachfolgenden Gliedmassen des Mittelleibes und Hinterleibes zu der dieser Entomostrakengruppe eigenthümlichen Form des Phyllopodenfusses geführt haben, den man irrthümlich als den ursprünglichsten Formzustand betrachten konnte, und wie am vordern Maxillarfusse zahlreicher Garneelen das Basalstück die breite borstenbesetzte Fächerform gewinnt. Dagegen beruht die lamellöse Fächerform des Exopoditen auf einer Reduction der ursprünglichen Form nach Rückbildung der Gliederung, ähnlich wie auch bei den Decapoden der Nebenast der zweiten Antenne aus dem Zustand der gegliederten Geissel in die einfache Plattenform der borstenbesetzten Schuppe übergeführt wird. Als Uebergangsform des gegliederten Geisselastes und der breiten, nach rückwärts verlängerten Fächerplatte erscheint der Exopodit am zweiten Maxillarpaare von Nebalia besonders bemerkenswerth, und auch am ersten Maxillenpaare dieser Gattung verdient der peitschenförmig verlängerte vielgliederige Exopodit, welcher nach rückwärts umgebogen als eine Art Putzfuss für das Innenblatt der Schalenduplicatur fungirt, als eine ursprünglichere Form des Aussenastes volle Beachtung.

Auf diese durch das ähnliche Verhalten der nachfolgenden Extremitäten verstärkte Argumente habe ich bereits in meiner Monographie des Crustaceensystems die Ansicht gestützt, nach welcher die Protostraken auch an der postoralen Region spaltästige Gliedmassen trugen, welche ihrer Form nach Wiederholungen der Naupliusgliedmassen waren und zwischen den gelappten Phyllopodenfüssen und den Spaltfüssen der Schizopoden die Mitte hielten. Das Verhalten der Kiefer und Beine bei den Copepoden und Ostracoden steht mit dieser Ansicht, durch welche die Bedeutung der Phyllopoden als Stammkrebse zurückgewiesen wird, in vollem Einklang. Beide Entomostraken-Ordnungen sind durch die beinartige Gestaltung von zwei Maxillarpaaren ausgezeichnet, jene insbesondere durch die Auflösung des Maxillenpaares in zwei Aeste, welche als äussere und innere Maxillarfüsse unterschieden werden, diese durch den Besitz von umfangreichen „Athemplatten“, die morphologisch fächerförmigen Exopoditen entsprechen und auch an dem vorausgehenden Mandibularfuss (Cypris, Cythere), sowie an dem nachfolgenden

Beinpaar (Halocypriden) auftreten können.[1]) Gleichwohl konnten noch in jüngster Zeit die Ostracoden als eine Gruppe der Branchiopoden betrachtet werden, in vollständiger Verkennung des Werthes der zahlreichen, diesen Crustaceen eigenthümlichen Charaktere, welche eine Zusammenstellung von Ostracoden und Phyllopoden in engerem Verbande nicht minder unhaltbar erscheinen lassen als die alte Lophyropodenordnung Latreille's, in welcher Ostracoden, Cladoceren und Copepoden vereinigt waren. Auch innerhalb der Ostracoden hat sich die Umgestaltung der ursprünglichen Gliedmassenform ähnlich wie bei den kleineren Phyliopoden nach zwei Richtungen vollzogen; in dem einen Falle bildete sich die Extremität (und schon die Maxille) zu einer mehr flächenhaft gelappten Form des Phyllopodenfusses aus (Asterope, Cypridina), im andern gestaltete sie sich zu einem mehr gestreckten Greif- und Kriechfuss um (Halocypriden, Cypris etc. — Polyphemiden).

Die Brustfüsse.

Bei den Malakostraken folgen auf die beiden Maxillenpaare am Mittelleib acht Gliedmassenpaare, welche ich früher bereits den Diagonopoden und Pereiopoden Westwood's gegenüber als eine zusammengehörige Gruppe von Extremitäten nachgewiesen und als „Thoracalfüsse“ [2]) unterschieden habe. Dieselben können untereinander gleichgebildet (Euphausiden) oder die vorderen, beziehungsweise die zwei, drei oder fünf vorderen Paare als „Kieferfüsse“ in den Dienst der Nahrungsaufnahme einbezogen sein. Selbstverständlich steht der Begriff „Kieferfuss“, welcher eine Beziehung zur Function ausdrückt, nicht im Gegensatz zu der

[1]) Vergl. die Arbeiten von W. Zenker, Fr. Müller und C. Claus, insbesondere Crustaceensystem l. c. pag. 91—100, Taf. XVII und XVIII. In dem neuerdings erschienenen, das reichhaltige Material der Challenger Expedition behandelnden Werke von Brady 1882: „Report of the Ostracoda“, finden wir absolut keinen neuen verwerthbaren Gesichtspunkt, sondern lediglich eine Beschreibung von Schalen und von Hartgebilden der Gliedmassen. Zudem hat der Verfasser die neuere Literatur über Cypridina, Asterope, Halocypris gänzlich unbeachtet gelassen, deren Berücksichtigung ihn wohl von einem so fundamentalen Fehler bewahrt haben würde, die männlichen Sexualeigenthümlichkeiten von Cypridina (vergl. C. Claus: Cypridina stellifera. Zeitsch. für wiss. Zool. Tom. XXIII) zur Aufstellung einer neuen Gattung „Crossophorus“ zu verwerthen.

[2]) C. Claus: Crustaceensystem l. c. pag. 6 und 7. Vergl. auch die über Acanthosoma gegebene Darstellung, sowie den betreffenden Holzschnitt pag. 37.

lediglich morphologischen Bezeichnung „Brustfuss", der eben seinem Gebrauche nach als Kieferfuss, Greiffuss, Gehfuss, Schwimmfuss gestaltet sein kann. Es ist deshalb eine ebenso überflüssige als unlogisch begründete Neuerung, wenn Boas in der Meinung, in der bisher üblichen Nomenclatur eine „wesentliche Schwäche" entdeckt zu haben, einen gar nicht vorhandenen Gegensatz zwischen Kieferfuss (physiologisch) und Thoraxfuss (morphologisch) schafft, um für beide eine neue Bezeichnung als „Rumpffüsse" oder „Kormopoden" zu gebrauchen.

Die Kieferfüsse sind eben nichts Anderes als die vorderen, nach dem Munde gerückten Thoracalfüsse, und der vordere Fuss einer Assel wird nicht als erster Thoracalfuss, sondern als erster Fuss der sieben freibleibenden Brustsegmente, der von Anceus als erster Fuss der fünf freibleibenden Brustsegmente unterschieden, ebenso wie der scheerentragende Vorderfuss eines Decapoden nicht als erster Thoracalfuss, sondern als erster Gehfuss zu bezeichnen ist. Weder die Arthrostraken werden durch sieben, noch die Decapoden durch fünf Paare von Brustfüssen, sondern beide durch den Besitz von acht Paaren von Brustfüssen charakterisirt, von denen eben in jenem Falle ein, in diesem Falle drei Paare zu Kieferfüssen Verwendung finden.

Zur Begründung der Zusammengehörigkeit dieser acht Gliedmassenpaare hat Boas[1]) genau dasselbe wiederholt, was ich in meinem Crustaceensystem verwerthet habe, in erster Linie das Verhalten der acht phyllopodenähnlichen Gliedmassen von Nebalia, freilich von seinem Standpunkte durchaus inconsequent, da er diese Gattung noch immer als Phyllopoden betrachtet, somit nicht zur Erklärung von Zahlenverhältnissen des Malakostrakenbaues benutzen kann. In jener Arbeit hatte ich ja auch für die von den Protostraken abzuleitende Stammgruppe der Malakostraken einen Mittelleib mit acht gleichartig gestalteten zweiästigen Beinpaaren angenommen.

Um eine Vorstellung von der ursprünglichen Beschaffenheit der thoracalen Extremitäten zu gewinnen, dürften wir wiederum von den Larven der Euphausiden, Sergestiden und Penaeiden auszugehen haben, welche mit dem Nauplius beginnen und ein freies Protozoëastadium durchlaufen. Im letzteren ist ausser den Maxillen schon das erste Paar der Brustfüsse angelegt und erweist sich seiner Form und Gliederung nach als Wiederholung

[1]) Boas l. c. pag. 489.

der Naupliusgliedmassen. Dasselbe gilt für die nachfolgende, zuweilen schon jetzt als Anlage vorhandene Extremität, an der wir in gleicher Weise einen deutlich zweigliederigen Stamm, einen mit Borsten reich besetzten Innenast und einen noch einfachen, vier Terminalborsten tragenden Aussenast unterscheiden. Von Kiemen- oder Epipodialanhängen findet sich noch keine Spur. Im Protozoëastadium der Euphausia ist lediglich das vordere Paar der Brustfüsse vorhanden und durch eine auffallend gedrungene Form ausgezeichnet (Fig. 15). Das Grundglied besitzt einen stark vorspringenden Ladenfortsatz, die beiden kurzen, noch ungegliederten Aeste weisen auf einen ursprünglichen indifferenten Zustand hin. Gestreckter und im Besitze eines gegliederten, kieferfussähnlich gestalteten Endopoditen erscheint die gleiche Extremität der Sergestiden[1]) und Penaeiden-Larven (Fig. 13), an deren Stamm, von einem kurzen Ladenfortsatz des Basalgliedes abgesehen, stärkere Ladenfortsätze fehlen. Diese entwickeln sich erst, wie auch bei den übrigen Decapoden, in späteren Stadien und führen dann zu einer ähnlichen Gestaltung hin, wie sie für den vordern Maxillarfuss mancher Mysideen und Decapoden bezeichnend sind.

Bei Euphausia gewinnt diese Extremität, wie ich früher gezeigt habe, erst im vorgeschrittenen Alter die bei den Garneelen schon frühzeitig auftretende Gliederung, während der ursprüngliche Ladenfortsatz am Basalglied des Stammes verschwindet, und dann die Uebereinstimmung mit der Gestaltung der nachfolgenden Gliedmasse eine überaus vollständige wird. Der Exopodit ist anfangs nur mit vier Terminalborsten besetzt, von denen die zwei mittleren auf einer kurzen Erhebung etwas höher entspringen; später treten noch Borsten zunächst am Aussenrand auf und es kommt zu einer von der Spitze an fortschreitenden Gliederung des Endabschnittes, welcher sich als borstentragende Geissel von dem unteren ungegliederten und borstenfreien Abschnitt, dem Schaft, absetzt.[2])

Das zweite Beinpaar der Brust (Fig. 14) entwickelt sich bei den Sergestiden und Penaeiden mit dem vorausgehenden übereinstimmend und wiederholt auch im Larvenalter der übrigen Decapoden die Theile jener Gliedmassen ziemlich vollständig. Das

[1]) C. Claus: Crustaceensystem l. c. Taf. II, Fig. 1, 3; Taf. V, Fig. 1 M f[1], Taf. VI, Fig. 1, 4, 6.

[2]) Vgl. auch W. K. Brooks: On Lucifer. A study in Morphology. Taf. IV, Fig. 40, 41; Taf. V, Fig. 48, 49; Taf. XI, Fig. 83.

Gleiche gilt für die sechs nachfolgenden Beinpaare, deren Aeste sich freilich nicht immer gleichzeitig entwickeln. Häufig eilt — und es ist dies offenbar ein secundäres Verhältniss — der Aussenast in seiner Ausbildung dem inneren voraus und fungirt bereits als Geisselast, wenn der Endopodit noch einen kurzen ungegliederten Stummel darstellt (Penaeiden, zahlreiche Makrurenlarven). In selteneren Fällen gelangt umgekehrt der Endopodit frühzeitig zu vollständiger Gliederung, ehe der kurze Exopodit als Geisselast im Gebrauche ist. Das letztere Verhältniss habe ich bereits früher für die Euphausiden nachgewiesen, bei denen sich vom zweiten Beinpaare an der Endopodit als fünfgliedriges Bein erhebt, während der Exopodit ein kurzer borstenloser Schlauch ist, der erst später zu einem langen Schwimmfussast wird. Wenn nun auch in der langsamen, von Metamer zu Metamer vorschreitenden Ausbildung der Euphausia-Gliedmassen ein ursprüngliches Verhalten vorliegt, so beruht offenbar das Zurückbleiben des Geisselastes auf einer secundären Abänderung, von der wir uns vorstellen können, dass sie bei weiterem Fortschreiten zu den geisselosen Brustgliedmassen der Arthrostraken führte. Im Kreise der Thoracostraken dürfte der Verlust des Schwimmfussastes auf anderem Wege durch allmälige vom letzten Beinpaare an nach vorne vorgeschrittene Reduction zu erklären sein. Bei vielen Malakostrakenlarven tritt nämlich das achte Beinpaar als einfacher Schlauch ohne Anlage des Nebenastes auf (Palaemonetes, Hippolyte). In anderen Fällen wird auch das vorletzte Beinpaar in gleicher Form angelegt und die Mysis-Stadien solcher Makruren entbehren der zwei hinteren Paare von Geisselästen (Virbius). In wieder anderen Fällen (Crangon) fehlt der Schwimmfussast auch am drittletzten Paare, ja es gibt Makrurenlarven, die den Exopoditen nur noch am vorderen Gehfuss tragen, eine Reduction, welche zu der einfachen geisssellosen Anlage sämmtlicher Gehfüsse hinleitet, wie sie die Larven der Anomuren und Brachyuren kennzeichnet. Bei den letzteren entwickeln sich überhaupt nur noch zwei Beinpaare mit fungirendem Geisselast, die beiden, den vorderen und mittleren Maxillarfüssen entsprechenden Spaltfusspaare der Krabbenzoëa. Dieselben erscheinen zu einer eigenthümlichen, höchst charakteristischen Gliedmassenform mit stielartig verlängertem zweiten Stammglied und langgestrecktem, scharf abgesetzten Schafte des kurzgegliederten Geisselastes gestaltet. Am vorderen Paare erzeugt das Grundglied des Stammes in vielen Fällen einen Kieferfortsatz (Fig. 20), während

der fünfgliederige Endopodit nach Art des Copepoden-Kieferfusses gestaltet und mit Greifborsten besetzt ist. Am zweiten Spaltfusspaare der Stachelzoëa, welches jenen Fortsatz nicht ausbildet, bleibt der Endopodit stummelförmig und functionslos. Bei den Anomuren (Pagurus, Hippa, Porcellana, Galathea) wiederholt sich für beide Gliedmassenpaare dieselbe Gestaltung in freilich minder ausgeprägtem Gegensatz, indem dem ersten Beinpaar der basale Kieferfortsatz fehlt und der Endopodit des nachfolgenden einen langgestreckten, viergliederigen Greiffuss darstellt. Dann aber kommt noch die dritte Brustgliedmasse mit rudimentärem Endopodit hinzu, deren Geisselast wenigstens im vorgeschrittenen Zoëa-Alter im Gebrauche ist, während der letztere bei den Krabbenzoëen nur noch als kurzer functionsloser Anhang zur Anlage kommt. Bei den Zoëalarven der Garneelen, deren drittes Beinpaar, dem vorausgehenden gleichgestaltet, einen fünfgliederigen Endopodit und langen Geisselast trägt, bleibt der Stamm der Spaltfüsse relativ kurz, dagegen erscheint das vordere Beinpaar verkürzt und den Maxillen zugewendet, frühzeitig mehr im Sinne eines Kieferfusses umgestaltet.

Im Gegensatz zu den Maxillen, welche mit Ausnahme der Fächerplatte am Kieferpaare der Calaniden eines epipodialen Anhanges entbehren, erheben sich meist am basalen Stammgliede der Brustfüsse ein oder mehrere Anhänge, welche entweder die Form von breiten borstenbesetzten Lamellen, beziehungsweise von schmalen langgezogenen Geisseln annehmen und dann als „Epipodit“ bezeichnet werden, oder welche in Gestalt zarthäutiger borstenloser, einfacher oder verästelter Schläuche als Kiemen fungiren. Ich betrachte Epipodit und Branchialanhang als morphologisch gleichwerthige Bildungen, welche ans derselben Anlage hervorgegangen sind und einander gegenseitig vertreten können, nicht selten auch nebeneinander bestehen und auch noch zu anderen Nebenfunctionen Verwendung finden.

Am einfachsten erhalten sich die basalen Gliedmassenanhänge bei den Arthrostraken, deren Brustgliedmassen nur ausnahmsweise einen Exopodit tragen und in der Regel eine einästige gestreckte und klauenförmig endende Extremität darstellen. Die beiden basalen Glieder derselben entsprechen dem stark verjüngten Gliedmassenstamm, die fünf nachfolgenden Glieder dem Endopoditen. Bei den Amphipoden erheben sich am Basalgliede der mittleren und hinteren Brustgliedmassen schlauchförmige Kiemensäcke in einfacher Zahl, dieselben können aber auch unmittelbar

an der Brustwand entspringen; dann ist die Extremität entweder bis auf das nicht abgegliederte stummelförmige Basalstück (Laemodipoden) hinweggefallen oder erscheint nur sechsgliedrig (manche Hyperiden, Phronimiden), indem das den Kiemenschlauch tragende Basalglied in das Integument der Brustwand [1]) aufgenommen ist. Der Ursprung des Kiemenschlauches ist wohl bei allen Amphipoden nach hinten und innen gerückt, und zwar im Zusammenhang mit der Vergrösserung und Erhärtung, welche die laterale Wand des Basalgliedes erfährt und dieses zu einem seitlichen Schutzdach der Leibeswandung, zu der sogenannten Epimeralplatte, umgestaltet.

Im weiblichen Geschlecht kommt an den mittleren Beinpaaren gewöhnlich noch eine als Brutlamelle verwendete Epipodialplatte zur Entwicklung, deren Ursprung in gleicher Weise von der Aussenfläche an die Innenseite des Epimeralgliedes verlegt ist. Auch da, wo das Bein auf einen Stummel reducirt oder lediglich durch das vom Integument nicht weiter abgegliederte Basalglied vertreten wird, findet sich eine Brutplatte, welche ausnahmsweise auch beim Männchen auftreten kann, dann aber zur Verstärkung der Respiration als Kiemenschlauch (Cyamus ovalis) verwendet wird.

Von den acht Gliedmassenpaaren der Brust ist es bei den normalen Arthrostraken (Edriophthalmen) lediglich das vordere Paar, welches eine wesentlich abweichende Gestaltung gewinnt und im Zusammenhang mit der Verschmelzung, welche hier das vordere Brustsegment mit dem Kopfe eingeht, als Kieferfuss fungirt. Streng genommen ist daher der vordere bei Amphipoden und Isopoden als Kopf unterschiedene Körpertheil eine Art Cephalothorax, in welchem ein Brustsegment aufgenommen ist, ausnahmsweise (Anceiden) freilich auch das zweite und dritte Brustsegment aufgenommen sein können. Der rechte und linke Kieferfuss nähern sich einander in der Mittellinie (Amphipoden) bis zur Berührung, beziehungsweise Verbindung, während das zweite Stammglied jederseits eine lippenartige Lade bildet, durch welche die Mundtheile wie durch eine Art gespaltener Unterlippe nach hinten begrenzt werden. Lateralwärts ragt auf dem umfangreichen Stamm der fünfgliedrige Endopodit beinartig hervor und kann an seinen unteren Gliedern noch ein oder zwei ladenartige Fortsätze bilden. Auch durch den Besitz eines Epipodialanhanges,

[1]) Vergl. C. Claus: Der Organismus des Phronimiden. Arbeiten aus dem zool. vergl. anatom. Institut der Universität Wien. Tom. II. 1879.

welcher bei den Isopoden in Form einer derben trapezoidealen Platte auftritt, erweist sich der Kieferfuss der Arthrostraken als modificirter Brustfuss.

Zum Verständniss der bekannten Amphipoden- und Isopoden-Charaktere erscheint das Verhalten der vorderen Brustfüsse und ihrer Anhänge bei den Tanaiden [1]), in denen schon Fr. Müller ursprüngliche, zwischen Schalenkrebsen und Arthrostraken vermittelnde Eigenthümlichkeiten erkennen zu müssen glaubte, von Bedeutung. Die durch die Lage des Herzens und die Gestaltung des Abdomens Amphipoden-ähnlichen Scheerenasseln besitzen ein umfangreicheres Kopfbruststück, in welches auch das zweite Brustsegment aufgenommen ist, mit einer Integumentduplicatur, die von der Kiefergegend aus an jeder Seite des Cephalothorax eine kleine Athemhöhle umschliesst. Offenbar handelt es sich in dieser Panzerduplicatur um dieselbe Bildung, welche, wenn auch von weit grösserem Umfang in der Schale der Thorakostraken wiederkehrt, und es liegt daher die Vermuthung nahe, dass auch an dem kopfähnlichen Cephalothorax der normalen Arthrostraken die Einschmelzung des ersten Brustsegmentes unter Vermittlung einer rudimentären, später völlig rückgebildeten Duplicatur erfolgt sein mag.

Diese Voraussetzung würde vollkommen zu dem Bilde stimmen, welches ich [2]) früher von den Stammformen der Malakostraken entworfen habe, deren Körper eine in der Kiefergegend entspringende Schalenduplicatur zugeschrieben wurde. In dem mit Wasser erfüllten, als Athemhöhle fungirenden Hohlraume dieser Integumentfalte liegen nun bei den Scheerenasseln wie bei Nebalia die rückwärts gewendeten, zum Reinigen der zarten Körperwand dienenden Maxillartaster, sowie die blattförmigen Epipodialanhänge des vorderen, zum Kieferfusse gewordenen Brustfusses, welche durch vibrirende Schwingungen die beständige Wassercirculation unterhalten. Bei Apseudes aber wird diese Strömung noch durch die Bewegungen zweier kleiner Geisseln unterstützt, welche als Exopoditen des zweiten (Scheerenfüsse) und dritten Brustfüsspaares ihrem Baue nach den Schwimmfussast der Schizopodenfüsse wiederholen, somit einen interessanten Beleg für den als Charakter

[1]) Vergl. Fr. Müller: Ueber den Bau der Scheerenasseln. Archiv f. Naturg. Tom. XXX. 1864. — A. Dohrn: Zur Kenntniss vom Baue und der Entwicklung von Tanais. Jen. Zeitsch. Tom. V. 1870. — Ferner W. Lilljeborg, Sp. Bate, Delage, Claus u. A.

[2]) Vergl. C. Claus: Crustaceensystem l. c. pag. 23.

der Urmalakostraken vorausgesetzten Besitz von zweiästigen Spaltfüssen liefern.

Unter den Thoracostraken sind es die Cumaceen[1]), deren Brustfüsse sich in ihrer Gestaltung denen der Tanaiden am nächsten anschliessen. Auch hier ist das Basalglied vom Segment nicht mehr gelenkig abgesetzt und erscheint, wie bei so zahlreichen Arthrostraken, als selbstständiger Abschnitt unterdrückt. Wie bei den Tanaiden ist der vordere Brustfuss zum Kieferfuss umgestaltet, trägt an der Basis des Stammes einen umfangreichen, mit zahlreichen Kiemenschläuchen besetzten Epipodialanhang.

An den nachfolgenden Brustfüssen, welche, mit Ausnahme des zweiten und achten Brustfusses, an der Basis des zweiten langgestreckten Stammgliedes einen ansehnlichen, als Schwimmfuss fungirenden Exopoditen tragen können, fehlen Kiemenanhänge, dagegen treten an allen, mit Ausnahme der beiden letzten Paare, im weiblichen Geschlecht Brutplatten auf. Im Vergleich zu den Tanaiden erreicht die Schalenduplicatur eine grössere Ausdehnung und breitet sich auch über das dritte Brustsegment aus, indem sie jederseits einen ganz ansehnlichen Athemraum überdeckt.

Die Brustfüsse der Stomatopoden bilden vom zweiästigen Spaltfuss in verschiedener Weise Modificationen, zu deren Verständniss wir erst mit Hilfe der Entwicklungsgeschichte[2]) Anhaltspunkte gewinnen. Die fünf vorderen Paare werden im Larvenstadium zuerst als zweiästige Spaltfüsse mit normal gestaltetem Geisselast und viergliederigem Endopoditen angelegt (Fig. 16, 17). Mit der weiteren Entwicklung aber fällt zuerst an den beiden vorderen Paaren der Geisselast aus und die reducirte Gliedmasse wird zu einem langgestreckten Greiffusse, an dessen Basalglied ein Epipodialanhang als glattrandige schwingende Athemplatte auftritt. Dieselbe Form gewinnen später die drei nachfolgenden Fusspaare unter eigenthümlicher Rückbildung und gestalten sich ebenso wie jene zu sechsgliedrigen Kieferfüssen um. Die Reduction der Gliederzahl dürfte in der Weise zu erklären sein, dass das langgestreckte dritte Glied aus zwei verschmolzenen Gliedern entstanden ist. Möglicherweise könnten auch die beiden Endglieder zusammengezogen sein.

---

[1]) Vgl. G. O. Sars: Beskrivelse af de Paa fregatten Josephines Expedition fundne Cumaceer. Stockholm 1871. — G. O. Sars l. c. Taf. III, Fig. 11, 13 c. — Ebend. Fig. 11, 12, 13 b. — Ebend. Taf. II, Fig. 10. — Ebend. Taf. IV, Fig. 14 a.

[2]) Vgl. C. Claus: Die Metamorphose der Squilliden. Göttingen 1871.

Die drei Beinpaare der drei letzten Brustsegmente entwickeln sich erst später und bleiben zweiästige Spaltfüsse ohne Epipodialanhang. Im ausgebildeten Zustand zeigen diese drei Extremitäten einige auf den ersten Blick auffallende Besonderheiten, welche sich jedoch mit Hilfe älterer Larvenstadien aufklären.

Es erscheint nämlich das distale Endstück des langgestreckten Stammes verschmälert und wie im Zustande der Abgliederung begriffen (Fig. 19 z). An diesem nach der spätern Häutung gelenkig abgesetzten Stück inseriren sich Endopodit (R i) und Exopodit (R e) im Vergleich zur ursprünglichen Lage etwas verschoben. Der schmale rudimentäre Ast, welchen man am ausgebildeten Thiere für den verkümmerten Exopoditen hält, zumal derselbe am Distalende einem Geisselaste ähnlich mit Borsten besetzt ist, entspricht, wie man mit Hilfe jüngerer Larven nachweist (Fig. 18 19), dem Endopoditen, der zweigliedrige lange Hauptast mit einreihiger Borstenstellung dem Exopoditen. Nun bedeckt der Endopodit schon im Larvenzustand einen Theil des alten Hauptastes, so dass sich dieser dem Körper anlegt, während jener an der vom Körper abgewendeten Seite der Extremität hervortritt.

Der am Basalglied der letzten Brustgliedmasse medial entspringende Begattungsanhang [1]) ist eine durchaus secundäre Bildung, welche auch im männlichen Geschlecht der Schizopoden wiederkehrt, wenngleich dieselbe hier auf einen viel kürzeren Fortsatz beschränkt bleibt.

Unter den Schizopoden sind es die Euphausiden, deren Brustgliedmassen an ursprüngliche Verhältnisse am nächsten anschliessen dürften, indem sämmtliche acht Paare unter einander im Wesentlichen übereinstimmen und noch die indifferente Form der terminalen Cuticularanhänge bewahrt haben. Indessen sind an den beiden vordern Paaren schon geringe Besonderheiten bemerkbar, welche auf eine etwas abweichende Verwendung hinweisen. Am vordern schon im Protozoëastadium zweiästigen Paare entsendet das Basalglied einen ladenartigen Fortsatz, der auch am zweiten Paare wiederkehrt.[2]) Dieses dem zweiten Kieferfusse ent-

[1]) Vergl. C. Grobben: Die Geschlechtsorgane von Squilla mantis. Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissensch. Wien 1876.

[2]) In meiner älteren Abhandlung über Schizopodenlarven etc. habe ich für die beiden vorderen Beinpaare von Euphausia die Verschmelzung des ersten Endopoditengliedes mit dem vorausgehenden Stammgliede als Charakter angegeben. In Wahrheit sind jedoch beide Glieder auch hier getrennt, nur ist die Abgrenzung minder deutlich.

sprechende Gliedmassenpaar besitzt bereits eine etwas specialisirte Borstenbewaffnung am Endglied, welches ausser einem kräftigen Haken eine Anzahl kurzer Hakenborsten trägt. An sämmtlichen acht Brustfüssen erscheint das Basalglied deutlich abgesetzt und als Träger eines Kiemenanhanges, welcher ausschliesslich am vorderen Paare ein einfacher Schlauch bleibt, an den übrigen Gliedmassen dagegen zu einem verästelten Büschel von Schläuchen wird, deren Zahl von vorn nach hinten zunimmt. Bei Euphausia werden die Endopoditen der beiden hintern Brustfusspaare vollständig rückgebildet und es bleibt lediglich ein stummelförmiger, am Kiemenbüschel versteckter Rest des Exopoditen zurück; ähnlich verhält sich das letzte Fusspaar von Thysanopus, dessen vorletztes Beinpaar den vorausgestalteten gleichgestaltet ist. Eine Zwischenstellung nimmt die erst kürzlich von G. O. Sars beschriebene Gattung Nyctiphanes ein, an welcher der Endopodit des vorletzten Brustfusspaares ebenfalls bedeutend reducirt, lediglich aus zwei Gliedern besteht.

Mit Ausnahme des vorderen Paares gelangen die Brustgliedmassen am Larvenleib der Euphausia ganz allmälig in der normalen Reihenfolge von vorn nach hinten zur Entwicklung. [1]) Der hervorsprossende Schlauch gliedert sich zuerst als Endopodit, während die Anlage des Exopoditen erst viel später zur Differenzirung gelangt, offenbar ein secundäres Verhältniss in der Entwicklungsweise der Brustgliedmassen, neben welchem auch die Gliedmassensprossung am Hinterleib ebenso wie das vorzeitige Auftreten der Fächergliedmassen unzweifelhaft machen, dass bei den Euphausiden der primäre Vorgang der Extremitätenbildung wesentlich verändert erscheint.

Einen Fortschritt in der besonderen Gestaltung der beiden vordern Brustgliedmassenpaare und in der Differenzirung ihrer Cuticularanhänge zeigen die Lophogastriden (Lophogaster, Gnathophausia), indem hier das vordere Paar bereits die wesentlichen Charaktere der vorderen Kieferfüsse von Mysideen zeigt: die kräftige, verkürzte Form des Endopoditen, welcher mit hakiger Spitze endet und die ovale gestreckte Epipodiallamelle, deren Schwingungen die Wasserströmung in der Kiemenhöhle unterhält. Auch das nachfolgende Gliedmassenpaar bildet durch die gedrungene Form seiner Glieder, sowie durch die eigenthümliche Borstenstellung am Endglied des Endopoditen die Merk-

[1]) Vergl. C. Claus, Crustaceensystem l. c. pag. 33, Taf. I, Fig. 7.

male des zweiten Kieferfusses weiter aus. An den nachfolgenden Fusspaaren tritt eine terminale Hakenborste an der Spitze des Endgliedes mit diesen in mehr oder minder ausgeprägte Continuität. Am Basalgliede aller dieser Brustgliedmassen kehren die Kiemenbüschel der Euphausiden wieder, jedoch in einem höheren, durch die zweizeilige Anordnung ihrer Schläuche um eine gemeinsame Axe die Phyllobranchien der Decapoden vorbereitenden Formzustand.[1])

Als Epipodialanhänge sind die ventralwärts umgebogenen Blätter zu betrachten, welche wie auch bei den Mysideen im weiblichen Geschlecht eine Bruthöhle begrenzen. — Diese Brutlamellen für eine interessante und wichtige Neubildung auszugeben, ist eine sehr bequeme, aber keineswegs wissenschaftliche Art der Deutung, mit der wir einer Erklärung um keinen Schritt näher kommen. Die abweichende mediale Lage der Brutplatte, welche beim ersten Blick der Zurückführung derselben auf einen Epipodialanhang entgegensteht, ergibt sich aus der Entwicklung, wie ich für die Brutlamellen der Mysideen nachweisen kann, als secundär durch die Besonderheit des Wachsthums bedingt, ohne dass in Folge desselben die Insertion des Anhanges völlig an die Innenseite verlegt wird. Ebensowenig kann die Kieme, weil sie dicht an der Gelenkhaut des Basalgliedes entspringt, im Vergleich zur Euphausidenkieme morphologisch für eine ganz andere Bildung ausgegeben und mit den Kiemenanhängen an der inneren oder äusseren Pleopodenlamelle von Siriella und Squilla in gleiche Linie gestellt werden. Ich werde auf diese Frage in einem späteren die Kiemen behandelnden Capitel zurückkommen.

Am weitesten vorgeschritten unter den Schizopoden erscheint die Specialisirung der acht Brustgliedmassenpaare bei den Mysideen, obwohl hier die Kiemenanhänge an dem kurzen, von der Leibeswand nicht deutlich abgegliederten Basalglied hinweggefallen sind. Den Mangel der Kieme glaube ich im Zusammenhang mit der Reduction der Körpergrösse — den Lophogastriden gegenüber — und mit der im Vergleich zu den Euphausiden einfacheren Gestaltung der inneren Organe auf Rückbildung ursprünglich vorhandener Kiemen zurückführen zu müssen.

[1]) Vergl. Michael Sars, Beskrivelse over Lophogaster typicus etc. Christiania 1862. R. v. Willemoes-Suhm, On some Atlantic Crustacea from the „Challenger" Expedition. Transactions of the Linnean Society of London 1875, G. O. Sars, Preliminary Notices of the Schizopoda of the M. S. Challenger Expedition, Christiania 1883.

Ueberall erscheinen die beiden vorderen Fusspaare den nachfolgenden gegenüber bedeutend verkürzt und auch mit Rücksicht auf die Borstenbewaffnung und knieförmige Beugung einzelner Glieder in einer Weise umgestaltet, dass man dieselben als Kieferfüsse zu bezeichnen pflegt. Das vordere Paar ist in der Regel (ausgenommen z. B. bei Siriella) durch eine ansehnliche Lade des zweiten Stammgliedes, zu welcher noch Ladenfortsätze des unteren oder der beiden unteren Endopoditglieder hinzukommen können, sowie durch den Besitz eines lanzettförmigen Epipodialanhanges ausgezeichnet, dessen Schwingungen die Circulation des Wassers unter der Schalenduplicatar unterhält. Die Endopoditen der nachfolgenden sechs Beinpaare enden fast stets mit einer Kralle, welche an der Spitze des stark verjüngten Endgliedes aufsitzt.

Ebenso allgemein ist das vorausgehende Glied in zwei, drei oder zahlreiche Glieder getheilt und im letzteren Falle geisselähnlich (Tarsalgeissel) geringelt. Das überaus kurze Grundglied, welches bei der Lostrennung der Gliedmasse am Brustsegment zurückbleibt, trägt im weiblichen Geschlecht eine Brutlamelle, die morphologisch nichts anderes als eine medialwärts gerückte, schaufelförmig gekrümmte Epipodialplatte ist. Die Richtigkeit dieser Zurückführung ergibt sich aus der Entwicklung dieser Anhänge, aus welcher erkannt wird, dass die Insertionsstelle am Grundglied der Extremität keine ventrale, sondern dorsale ist. An jungen Weibchen, deren Brutblätter noch kurze, wenig comprimirte Schläuche sind, überzeugt man sich nämlich, dass dieselben dorsalwärts an der hinteren Seite des Grundgliedes entspringen, um den Hinterrand nach der Bauchseite und unter allmäliger Abflachung immer weiter nach vorne vorwachsen.

Bei den meisten Mysideen ist die Zahl der Brutlamellen eine beschränkte, indem sie nur an den zwei (Mysis, Anchialus etc.) oder drei (Siriella, Leptomysis etc.) letzten Beinpaaren der Brust auftreten. Indessen können auch sämmtliche Brustbeine, mit Ausnahme des ersten Kieferfusses, der ja den gleichwerthigen Epipodialanhang als Fächerplatte ausbildet, Brutlamellen tragen (Boreomysis, Petalopus), ein Verhalten, welches gewiss das ursprüngliche ist. Dafür spricht nicht nur die von mir beobachtete Thatsache, dass bei Siriella am viertletzten Beinpaare die Anlage zu einer Brutlamelle vorwächst, später aber wieder rückgebildet wird, sondern auch die Grössenzunahme der Brutblätter

in der Richtung von vorne nach hinten — bei Mysidella ist das vordere der drei Blätterpaare ganz rudimentär.

An den acht Brustgliedmassenpaaren der Decapoden ist die Specialisirung in derselben Richtung, aber viel weitgehender und unter mehrfachen Modificationen vorgeschritten. Auch das dritte Paar erscheint den nachfolgenden fünf Gehfusspaaren gegenüber zum Gebrauche der Nahrungsaufnahme umgestaltet und wird deshalb als drittes Kieferfusspaar unterschieden, obwohl der Endopodit bei manchen Garneelen die Beinform bewahren und zur Fortbewegung dienen kann, auch die Gestaltung des Epipodits sowie der Kiemen den entsprechenden Anhängen der nachfolgenden Gehfüsse sich eng anschliessen.

Die vorderen Kieferfüsse sind durch den Besitz einer sehr umfangreichen Kaulade, welche das zweite Stammglied entwickelt und zu der meist noch ein kleiner einfacher oder getheilter Lappen des Coxalgliedes hinzukommt, sowie durch die gedrungene tasterartige Form ihres Endopoditen ausgezeichnet und nähern sich daher der Maxillengestalt. Der zugehörige Epipodit ist bei vielen Garneelen ähnlich wie der Epipodialanhang des Nebaliafusses eine fächerartige Platte oder auch ein zweizipfliger Schlauch; bei den Brachyuren verlängert sich derselbe in eine peitschenförmige Geissel. Die Kieferfüsse des zweiten Paares scheinen der Form und Gliederung ihres Endopoditen nach den vorderen Kieferfuss der Mysideen zu wiederholen. Der zugehörige Epipodit wird aber bei vielen Garneelen rudimentär oder gestaltet sich zu einer kiementragenden Platte, beziehungsweise Geissel.

Für die fünf Gehfusspaare ist in erster Linie der Ausfall — in seltenen Fällen die bis zu einem Rudiment vorgeschrittene Verkümmerung — des Exopoditen charakteristisch. Im Zusammenhang mit dieser Reduction, welche erst mit dem Eintritt in die Form des Geschlechtsthieres perfect wird, fällt, ähnlich wie im Kreise der Arthrostraken, der Gegensatz von Stamm und Endopodit hinweg und es kommt eine 7gliederige Extremität zur Erscheinung, deren Endglied durch Verschmelzung mit der terminalen Klauenborste zum Klauenglied wird. An den drei vorderen als Kieferfüsse bezeichneten Extremitäten bewahrt — von seltenen Ausnahmsfällen abgesehen (Sergestiden) — der

[1]) Vergl. G. O. Sars: Carcinologiske Bidrag til Norges Fauna. I. Monographi over de ved norges kyster forekommende Mysider. Christiania 1870—1879. — Derselbe: Nye Bidrag til kundskaben om Middelhavets Invertebrat Fauna. I Middelhavets Mysider. Cristiania 1876.

Exopodit als Geissellast die nahezu normale Form und Grösse, ist jedoch für die Locomotion des Körpers bedeutungslos, dagegen für die Herbeistrudelung kleiner Nahrungskörper von hohem Werthe. Auch Epipodialanhänge fehlen an den drei Kieferfüssen nur selten und erweisen sich meist als gestreckte Lamellen, an deren Basis ein Kiemenrudiment vorhanden sein kann. Meist liegen dieselben nach hinten gerichtet im Kiemenraum. Bei den Brachyuren sind sie peitschenförmig verlängert und Putzfüssen vergleichbar mit Haarborsten dicht besetzt. Den fünf Gehfusspaaren fehlt dieser Epidodialanhang in der Regel, doch kann derselbe auch hier mit Ausnahme des letzten Paares erhalten sein und sogar einen Kiemenanhang tragen. In manchen Fällen dienen die zu kleinen Stäbchen verkümmerten Epipoditen vom dritten Kieferfusse an, den Retinacula der Pleopoden ähnlich, als Haltapparate und zwar als Gurtstangen zur Verbindung mit den nachfolgenden Gliedmassen, indem sie mittelst ihres hakenförmigen Endes ein Paar starke Borsten am Vorderrande des Basalgliedes der nachfolgenden Extremität umgreifen (Athanas, Alpheus, Hippolyte, Atya). Die zu den Brustfüssen gehörigen Kiemen und ihre Beziehungen zu den Epipoditen werde ich in einem besonderen Abschnitte ausführlich besprechen.

Die auf die beiden Maxillenpaare folgenden Gliedmassen der Entomostraken, obgleich nach Form und Gliederung in den einzelnen Ordnungen überaus verschieden, sind mehr oder minder unmittelbar auf die zweiästige Grundform zurückzuführen und weichen im Zusammenhang mit der besonderen Bewegungsart nach denselben Richtungen wie die der Malakostraken auseinander. Entweder bleiben auf dem zweigliedrigem Stamm der Endopodit und Exopodit erhalten und zeigen dann mit Ausnahme der Phyllopoden, eine ziemlich gleichartige Gestaltung (Ruderfüsse der Copepoden Rankenfüsse der Cirripedien) oder es überwiegt die Ausbildung des Endopoditen, welcher nach Rückbildung oder Verlust des Exopoditen die Verlängerung des Stammes bildet und mit diesem vereint einen krallentragenden Geh- und Greiffuss darstellt (zahlreiche Ostracoden und Cladoceren). Es würde hier zu weit führen, die Besonderheiten der Beinpaare in den einzelnen Entomostraken-Gruppen eingehend zu verfolgen und als Modificationen der Grundform abzuleiten; im Vergleiche mit den Malakostraken verdient besonders hervorgehoben zu werden, dass es mit Rücksicht auf die überall wiederkehrenden zwei Maxillenpaare, welche auf die Antennen und Mandibeln folgen, vollkommen begründet erscheint, jene Gliedmassen ihrer Reihenfolge nach den Brustfüssen

der Malakostraken parallel zu stellen, wie ich solches bereits vor längerer Zeit[1]) versuchte.

Die Füsse des Abdomens. Pleopoden.

Im Gegensatze zu den Entomostraken gestalten sich die Gliedmassen am Abdomen der Malakostraken von den Extremitäten der mittleren Leibesregion beträchtlich verschieden und werden daher mit vollem Recht den Brustfüssen als Abdominalfüsse oder Pleopoden gegenübergestellt. Im Allgemeinen bewahren dieselben die Grundform der Crustaceengliedmasse in minder veränderter Form, wenn sie sich auch in einzelnen, besonderen Leistungen angepassten Modificationen von jener weit entfernen. Man unterscheidet den zweigliedrigen Stamm und die beiden Aeste desselben, welche, ähnlich wie die anfangs noch ungegliederten Ruderäste der Copepoden, am distalen Ende des Stammes neben einander entspringen und in der Regel untereinander ziemlich gleichgebildete, mit Schwimmborsten besetzte (nicht selten in Ringel getheilte) Blätter darstellen. Das Grundglied des Stammes bleibt meist ausserordentlich kurz und ist oft ganz in die Wand des Segmentes aufgenommen, dagegen verlängert sich das zweite Glied zu einem langgestreckten Abschnitt, der sich von den beiden Schwimmfussästen scharf absetzt. Diese Gestaltung der Pleopoden weist sofort jene unnatürliche Auffassung zurück, nach welcher der zweigliedrige Stamm zum Endopoditen gehöre und dessen beide Grundglieder repräsentire, während das Exopodit nur ein Nebenanhang an der Aussenseite des zweiten Endopoditengliedes sei.

Uebrigens gibt es Formen von Brustfüssen, welche unmittelbar zu den Pleopoden hinführen; sieht man von der Anlage der zweiästigen Gliedmassen der Garneellarven ab, so würden als solche Zwischenglieder die zweiästigen[2]) Vorläufer der Kieferfusspaare von Squilla anzuführen sein. Andererseits gibt es auch Pleopoden, die sich durch die bedeutende Verlängerung und durch die geisselförmige Entwicklung der Schwimmfussäste den Brustfüssen nähern und gewissermassen die ausgefallenen Geisseläste derselben ihrer Function nach ersetzen. (Sergestiden.)

Als den Pleopoden eigenthümliche Neubildungen sind die Kiemenanhänge hervorzuheben, welche bei den Stomatopoden, bei Callianidea und den Männchen von Siriella (Cynthia)

[1]) C. Claus, Ueber die morphologischen Beziehungen der Copepoden zu den verwandten Crustaceengruppen der Malakostraken, Phyllopoden, Cirripedien und Ostracoden. Würzb. nat. Zeitschr. Tom. III, 1862, pag. 159.

[2]) Vgl. C. Claus, Die Metamorphose der Squilliden l. c. Taf. 1, Fig. 1 k'.

an verschiedenen Stellen der Schwanzfüsse auftreten. Ein den Pleopoden der Euphausiden, Stomatopoden und zahlreicher Decapoden eigenthümlicher Anhang ist der am Innenrande der inneren Lamelle entspringende, mit Häkchen besetzte Zapfen, welcher als Retinaculum fungirt. Auch Nebalia [1]) besitzt ein solches fingerförmiges Retinaculum an seinen vier vorderen Pleopodenpaaren. Bei den Arthrostraken und Cumaceen wird ein ähnlicher Haltapparat durch Häkchen am Stamme der Schwanzfüsse hergestellt.

Auch die an den vorderen Pleopodenpaaren der Männchen inserirten als Hilfsorgane der Begattung fungirenden Anhänge sind secundär erworbene Bildungen, welche nicht aus Theilen der primären Gliedmassenform abgeleitet werden können.

Von den sechs Pleopodenpaaren kann das vordere bei einer Reihe von Makruren rückgebildet (Axius) sein oder vollkommen ausfallen (Parastaciden, Loricaten, Thalassiniden). Dasselbe gilt auch für die Anomuren, welche des ersten Pleopodenpaares entbehren. In allen Fällen aber ist das letzte Paar von dem vorausgehenden abweichend gestaltet und nach hinten ausgestreckt, häufig erscheint dasselbe zu dem Telson in nähere Beziehung getreten und bildet im Vereine mit diesem den „Fächer" oder die „Schwanzflosse", welche insbesondere bei den schwimmenden Thorakostraken einen bedeutenden Umfang erreicht. Die Blätter dieser Fächergliedmasse differiren nicht selten recht auffallend und es kann in solchen Fällen das innere Blatt schmal und gestreckt, das äussere, der Schuppe der zweiten Antenne ähnlich, als verbreiterte Schuppe erscheinen (Euphausia), indessen auch bei langgestreckter schmaler Form (Sergesteslarven, Acanthosoma) an den Aussenast dieser Gliedmasse erinnern.

Der Kiemenapparat der Decapoden.

Von den als Kiemen fungirenden Anhängen werden hier nur die dem Mittelleibe angehörenden besprochen, welche Huxley nach ihrer Insertion als Podobranchien, Arthrobranchien und Pleurobranchien unterschieden hat. Auch würde es zu weit führen, die Frage näher zu erörtern, ob die an den Brustbeinen entspringenden Kiemenschläuche von den Anneliden her ererbt oder als selbständige Erwerbungen der Protostraken zu betrachten sind. Es mag die Bemerkung genügen, dass zur Zeit keine bestimmten Anhaltspunkte vorliegen, welche zu

[1]) Vgl. C. Claus, Ueber den Bau etc. von Nebalia l. c. Fig. 12.

Gunsten der ersteren Möglichkeit verwerthet werden könnten. Zudem sind für mehrfache und unter einander ungleichwerthige Anhänge, welche in verschiedenen Crustaceengruppen als Kiemen auftreten, wie z. B. für die Kiemenblätter am Rücken von Asterope, die Mantelfalten der Balaniden, die Kiemenbäumchen am inneren (Siriella) oder äusseren (Squilla) Pleopodenblatt kaum in Zweifel zu ziehen, dass dieselben in den betreffenden Crustaceengruppen erworben sind, so dass der selbständige Ursprung auch für die Kiemen der Brustfüsse nichts Auffallendes haben würde. Es fragt sich nur, ob diese so verbreiteten und nach Form und Insertion mannigfach abweichenden Anhänge untereinander gleichwerthig und dann aus frühzeitig erworbenen Bildungen der Protostraken, welche sich als Kiemen auf die Urmalacostraken vererbten, abzuleiten sind, oder ob dieselben erst später in den einzelnen Hauptgruppen an ähnlicher Oertlichkeit von einander unabhängig entstanden sind. Schon in meiner Arbeit über das Crustaceensystem war ich der ersteren Auffassung zugeneigt, nach welcher die Kiemen der Amphipoden mit denen der Euphausiden, diese mit denen der Lophogastriden, Garneelen und Brachyuren gleichwerthig und vielleicht sogar mit den Kiemensäckchen der Branchiopoden auf den gleichen Ursprung zurückzuführen seien. Auch jetzt halte ich diese Ansicht für die richtige, zumal ich für dieselbe wenigstens in ihrer Beschränkung auf die Thoracostrakenkiemen eine Reihe von Thatsachen zu verwerthen vermag.

Ursprünglich mochten die an der Basis der Gliedmassen auftretenden Erhebungen nur zur Verstärkung des Bewegungsimpulses gedient und zugleich mit der lebhafteren Wasserströmung die Nahrungsaufnahme begünstigt haben, somit Epipodial-Anhänge ohne directe respiratorische Beziehung gewesen sein. Auch aus anderen Gründen betrachte ich Epipodial-Anhänge und Kiemen als morphologisch gleichwerthige Bildungen, die einander vertreten, beziehungsweise neben einander bestehen können, wie sich ja auch schon am Basalgliede von Phyllopodenbeinen, z. B. der Gattungen Branchipus und Artemia, beiderlei Gebilde, eine mehr indifferente plattenförmige Erhebung und ein Kiemensäckchen neben einander finden.

Die Verschiedenheiten in der Kiemengestalt hat Huxley[1]) veranlasst, dieselben als Trichobranchien und Phyllobran-

[1]) Th. Huxley, On the classification and the distribution of the Crayfishes, 1878, Proceedings of the Zool. Soc. of London.

chien zu unterscheiden, zu denen noch als besondere Form die gefiederten Kiemenbäumchen der Euphausiden[1]) und Lophogastriden[2]) hinzukommen würden, welche nicht schwer mit den Trichobranchien und Phyllobranchien auf eine gemeinsame Grundform zurückgeführt werden können.

Die verschiedene Insertion der Kiemen am Grundglied (Podobranchie), an der Gelenkhaut (Arthrobranchie) und an der Körperwand (Pleurobranchie) scheint keineswegs für die Beziehung derselben auf morphologisch ungleichwerthige Anhänge entscheidend. Vielmehr liegt von vornherein die Vorstellung nahe, Arthrobranchien und Pleurobranchien auf Kiemen zurückzuführen, welche secundär vom Basalgliede, sei es durch Lagenverschiebung, sei es durch Veränderung in dem Verhältniss des basalen Extremitätengliedes zur Körperwand, auf die Gelenkhaut, beziehungsweise auf die Pleuren gerückt sind. Ist die Voraussetzung richtig, dass die Kiemen ursprünglich dem Basalgliede der Gliedmassen angehört haben, so muss sogar dieser Lagenwechsel eingetreten sein, falls nicht Arthrobranchien und Pleurobranchien als neu erworbene Bildungen zu betrachten sind, eine Voraussetzung, für welche sich schwerlich zutreffende Gründe vorbringen lassen. Um die Wahrscheinlichkeit einer secundär eingetretenen Veränderung in dem Insertionsverhältnisse der Kiemen zu prüfen, wird man sich nicht darauf beschränken, auf die grössere Berechtigung einer einheitlichen Auffassung hinzuweisen, sondern wird nach Anhaltspunkten in der ontogenetischen Entwicklung Umschau halten und insbesondere das Verhalten der erst im Verlaufe der Metamorphose vorwachsenden Kiemen, welches bislang, mit Ausnahme der Gattung Euphausia, wenig beachtet wurde, näher kennen lernen müssen. Bei den Euphausiden, welche unter den Thoracostraken im Körperbau und Gliedmassengestaltung am meisten ursprüngliche Charaktere wiederholen, entsprechen nun auch die Kiemen den für den primitiven Zustand vorausgesetzten Bedingungen, indem sie ausschliesslich Podobranchien sind. Ganz dasselbe gilt für die übrigen kiementragenden Schizopodengattungen, Lophogaster, Gnathophausia und Chalaraspis, bei denen man weder Arthrobranchien, noch Pleurobranchien antrifft.

Freilich hat neuerdings Boas für Lophogaster behauptet, dass hier die Kiemen nicht vom Basalgliede, sondern von den

[1]) C Claus, Ueber einige Schizopoden etc. Zeitschrift für wissensch. Zoologie. Tom. XIII 1863. Taf. XXIX. Fig. 40, 41.

[2]) M. Sars, Beskrivelse over Lophogaster typicus l. c. Taf. III. Fig. 47 und 49.

Segmenten dicht hinter der Beininsertion entspringen und deshalb morphologisch nicht mit den Kiemen von Euphausia und Thysanopoda verglichen werden könnten. Sollte sich diese Angabe bestätigen, die ich leider bei der Unmöglichkeit, mir jene Schizopodengattung zu verschaffen, nicht zu controliren vermochte, so würde damit doch noch keineswegs die morphologische Besonderheit der Lophogastridenkiemen bewiesen, sondern wahrscheinlich ein neuer Beleg für die Lagenvariabilität gleichwerthiger Kiemenanhänge gewonnen sein.

Zum Ausgang der Vergleichung habe ich die Larven von Penaeus gewählt, nicht nur wegen der relativ beträchtlichen Körpergrösse und ihrer genau bekannten allmälig fortschreitenden Entwicklung, sondern vornehmlich deshalb, weil die Penaeidengruppe unter den Makruren überhaupt die tiefste, ursprünglichste Stellung einnimmt. Schon an Larven, deren Pleopoden mit Ausnahme der Fächergliedmassen noch fehlen, sind die Anlagen der Kiemen als kurze knospenförmige Erhebungen an der Basis der Brustfüsse bemerkbar, und zwar mit Ausnahme der vorderen und hinteren Gliedmassen an jeder in dreifacher Zahl, einer distalen Knospe (a), welche fast nahe an der äusseren Grenze des Coxalgliedes sich erhebt, einer mittleren (b) und einer proximalen Knospe (c), deren Ursprung an der Rumpfwand selbst liegt (Fig. 24). Beim ersten Anblicke scheint die letzte Knospe zwar dem langgestreckten Coxalgliede der Gliedmassen anzugehören. Bei genauerer Betrachtung überzeugt man sich jedoch, dass der proximale Theil des anscheinend einheitlichen Gliedes zur Rumpfwand gehört und von dem distalen durch einen zarten, die Anlage der Gelenkhaut bezeichnenden Contur abgegrenzt ist, so dass nur dieser auch durch besondere Muskeln bewegliche Abschnitt dem späteren Coxalglied entspricht. Die mittlere Knospe (b) erhebt sich an der Grenzlinie beider Abschnitte, doch so, dass sie noch auf das distale Glied bezogen werden kann. Am vordersten Paare (erster Maxillarfuss) ist nur die Knospe a vorhanden und schon zu einem relativ umfangreichen, zweizipfligen Anhang geworden; am zweiten Paare fehlt die mittlere Knospe (b) und am letzten sehr zurückgebliebenen Gliedmassenpaare ist überhaupt noch keine Kiemenknospe sichtbar (Fig. 24). In etwas vorgeschrittenem Alter, aber noch vor Auftreten der Pleopoden-Anlagen, wächst an jeder Gliedmasse noch eine vierte Knospe (c') hervor, und zwar oberhalb der proximalen Knospe (c), die ihrer Lage nach auf die Pleurobranchie zu beziehen sein würde (Fig. 25, 26).

Im weiteren Verlaufe der Entwicklung sind es zunächst die proximalen Kiemenschläuche, welche bei fortschreitender Streckung eine doppelte Längsreihe von Seitenknospen bilden und hierdurch die für die Kieme charakteristische Gestaltung vorbereiten. Die distalen Schläuche bleiben etwas länger einfach, treiben aber an ihrer Basis eine vordere Knospe, welche sich, wie der Hauptschlauch, umbiegt und die Anlage der Podobranchie darstellt, während jener zum Epipoditen wird. Nur an dem Epipodialanhange des späteren ersten Kieferfusses wächst die Knospe nach vorne und bildet den vorderen Zipfel des zweizipfligen Epipoditen.

Wir können demnach für die Larve von Penaeus folgende Kiemenformel aufstellen:

		a	b	c	c′				
$Mxf^{I}S$	(VI)	Ep	0	1	0	= 1 +	Ep		
$Mxf^{II}S$	(VII)	Ep + Br A	0	1	1	= 2 +	Ep +	Br A	
$Mxf^{III}S$	(VIII)	Ep + Br A	1	1	1	= 3 +	Ep +	Br A	
$P^{I}S$	(IX)	Ep + Br A	1	1	1	= 3 +	Ep +	Br A	
$P^{II}S$	(X)	Ep + Br A	1	1	1	= 3 +	Ep +	Br A	
$P^{III}S$	(XI)	Ep + Br A	1	1	1	= 3 +	Ep +	Br A	
$P^{IV}S$	(XII)	Ep	1	1	1	= 3 +	Ep		
$P^{V}S$	(XIII)	0	0	0	1	= 1			
		7 Ep + 5 Br A + 5	+	7	+ 7	= 19 +	5 Br A +	7 Ep	

Wenn wir nun die von Huxley für die Geschlechtsform des Penaeus aufgestellte Kiemenformel vergleichen, so finden wir einige Differenzen, welche sich theils aus der Rückbildung der Podobranchien-Anlage, theils aus einer abweichenden Deutung der den vorderen Segmenten zugehörigen Kiemen erklären. Die Kieme des ersten Brustsegmentes hat Huxley als vordere Arthrobranchie aufgefasst, während sie mit Rücksicht auf ihr späteres Auftreten, sowie ihre Insertion vielleicht besser auf die Kiemenreihe c zu beziehen sein würde. Am Segmente des zweiten Kieferfusses aber hat Huxley übersehen, dass die distale Kieme dem Epipoditen ansitzt und somit keine Arthrobranchie ist, welche an diesem Segmente überhaupt nicht gebildet wird. Als Pleurobranchien wurden ausschliesslich die Kiemen der Reihe c′, welche im ausgebildeten Thiere unter den übrigen Kiemen versteckt liegen, bezeichnet, dagegen die nahe der hinteren Grenze der Segmente entspringenden Kiemen der Reihe c als hintere Arthrobranchien gedeutet. Offenbar ist für diese Bezeichnung das als Ausgangspunkt benützte Stellungsverhältniss der Astacidenkiemen massgebend gewesen, von denen in der That die Kiemen der Reihe c

hintere Arthrobranchien und nur die der Reihe c' Pleurobranchien sind.

So treffend diese Bezeichnung aber für die Astaciden gewählt sein mag, so scheint sie doch nicht allgemein verwerthbar, nicht nur wegen mannigfacher Variationen des Kiemenursprungs, sondern mit Rücksicht auf das Schwankende des Begriffes der Gelenkhaut, welche keineswegs einem morphologisch scharf begrenzten, überall gleichwerthigen Bezirk entspricht. Zutreffender ist ohne Zweifel als Ausgangspunkt der Kiemendeutung die Jugendform eines der einfachsten und ältesten Decapodentypen, von dem wir erst aufsteigend zu der besonderen Kiemengestaltung gelangen, welche für die ausgebildeten Astaciden, beziehungsweise Homariden Geltung hat. An jener entsprechen die drei übereinander sprossenden Kiemenknospen jedes Somiten gar nicht dem Sinne der Huxley'schen Nomenclatur, sondern gehören dem langgestreckten Basalglied an, von dem sich erst nachher der distale Theil als Coxalglied absetzt, während der proximale mehr oder minder weit in die Wandung des Rumpfes aufgenommen wird (Fig. 25, 26). Wir werden daher die Kiemenreihen besser in mehr indifferenter Bezeichnung als distale (a), mittlere (b) und proximale unterscheiden, von denen die letztere als Doppelreihe (c, c') von Anhängen auftritt. Die erstere Reihe fällt mit den Podobranchien Huxley's zusammen, die Kiemen der übrigen Reihen können zur Gelenkhaut eine wechselnde Stellung einnehmen. Dieselben sind ursprünglich auch nichts Anderes als Podobranchien, die in Folge der Verkürzung des Coxalgliedes auf die Pleuren, beziehungsweise den weichhäutig gebliebenen Zwischenbezirk, die Gelenkhaut, gerückt sind. Allerdings ist es bei der ersten Betrachtung nicht leicht, sich die Grenzen des basalen Extremitätenstückes nach der Rumpfwand hin während der phylogenetischen Entwicklung als veränderlich vorzustellen; wenn man jedoch erwägt, dass in einzelnen Malakostrakengruppen das Coxalglied der Brustgliedmasse ganz zum Epimerenstück des Segmentes werden kann, ohne dass eine Grenzlinie zurückbleibt (z. B. Phronimiden und Verwandte) und dass andererseits innerhalb des Extremitätengliedes eine secundäre Gliederung in zwei und mehr Glieder eintreten kann, so verliert jene Anschauung den Schein des Absonderlichen. Oder sollte man etwa die Kiemen der Phronima und anderer Hyperiden morphologisch für andere Bildungen [1]) als die der Crevettinen erklären,

[1]) Wie es Boas, wenn ihm die Thatsache überhaupt bekannt wäre, wahrscheinlich thun würde. Erklärt derselbe doch die Kiemen der Euphausiden (Thysano-

weil jene an der Körperwand, diese an den Epimeralgliedern der Beine entspringen?

Die Dreizahl der an jeder Gliedmasse hervorwachsenden Kiemenknospen dürfte auf ein primitives, jedoch keineswegs primäres Verhältniss hinweisen; es ist vielmehr wahrscheinlich, dass derselben eine geringere Zahl von Erhebungen vorausging. Wäre die Vorstellung begründet, dass ursprünglich nur ein einziger Kiemenanhang vorhanden gewesen sei, so würde der auch sonst naheliegende Gedanke zu erwägen sein, ob nicht die in einfacher Zahl auftretenden Kiemen der Euphausiden und Lophogastriden dem primären Verhalten näher stehen und ob nicht die drei Aeste, in welche sich der ganz kurze Stamm dieser Kiemen spaltet, nach Einschmelzung jenes zu drei selbständigen, den Knospen a, b, c entsprechenden Erhebungen geworden sind?

Mit Rücksicht auf die Podobranchien ergibt sich aus dem Verhalten der Penaeuslarve, dass jede Podobranchie aus einer vorderen, bald nach hinten wachsenden Knospe des schlauchförmigen Epipoditen entsteht. Nur am ersten Maxillarfusse wächst dieselbe nach vorn und bildet den vorderen Zipfel des Epipodialanhangs, der sonach dem Kiemenstück entspricht und für manche Astaciden (Astacopsis) auch Kiemenfäden entwickeln kann. Bei dem merkwürdigen der Penaeidengruppe zugehörigen Ceratas pis bilden sich die Kiemenanlagen sämmtlicher Epipoditen zu ganz ansehnlichen Kiemenbäumchen aus. Aehnliches gilt auch für die Homaridengruppe (Astaciden), deren besondere Podobranchiengestaltung aus dem Verhältniss der Kiemenknospe zur Epipodialanlage erklärbar ist. Wenn wir z. B. beobachten, dass bei den Astacinen der Podobranchienstamm sich erst an seinem oberen Ende in zwei Theile, in die nach vorn gelegene „Feder" und die hintere, der Länge nach etwas gebogene „Lamina" spaltet, so wird diese Besonderheit durch die fast in ganzer Länge stattgefundene Verschmelzung der zur Feder entwickelten Kiemenanlage und des zur Lamina umgestalteten Epipodialschlauches begründet. Bei den Homarinen unterbleibt die Verschmelzung, daher erscheint der Stamm der Podobranchie der Länge nach in Feder und Lamina gespalten, so dass die Basis des Beinanhangs vorn die Feder trägt und sich nach hinten in den der Breite nach zusammengerollten Epipoditen fortsetzt.

poda) für morphologisch ganz andere Gebilde, als die Decapodenkiemen und ebenso wieder die von Lophogastriden, weil sie nicht vom Basalgliede entspringen, daher nicht Epipoditen sein könnten, für wiederum andere, von jenen beiden verschiedene eigenartige Auswüchse.

Bei Penaeus entwickelt sich nur die Kiemenanlage am Epipoditen des zweiten Kieferfusses zu einer Kieme, während die der nachfolgenden Gliedmassen wieder rückgebildet werden (Fig. 28). Auch von den dorsal gelegenen Kiemenanlagen der Larve fallen ein oder zwei der letzten Segmente am ausgebildeten Thiere aus, wenigstens an den von mir näher untersuchten Arten, und unter diesen auch bei P. brasiliensis. Bei dieser Art, sowie bei P. indicus, caramote, semisulcatus und carinatus ist zwar die Pleurobranchie des letzten Segmentes vorhanden, dagegen eine der drei Kiemen des vorletzten Segmentes (wahrscheinlich Arthrobranchie) hinweggefallen.— Bei P. monoceros, affinis und membranaceus fehlt aber auch die Pleurobranchie des letzten Segmentes, so dass wir für die drei letzteren P.-Arten folgende reducirte Kiemenformel erhalten:

	a	b	c	c′
VI S	Ep	0	1	0 = 1 + Ep
VII S	Ep + 1	0	1	1 = 3 + Ep
VIII S	Ep	1	1	1 = 3 + Ep
IX S	Ep	1	1	1 — 3 + Ep
X S	Ep	1	1	1 = 3 + Ep
XI S	Ep	1	1	1 = 3 + Ep
XII S	0	0	1	1 = 2
XIII S	0	0	0	0 = 0
	6 Ep + 1	+ 4	+ 7	+ 6 = 18 + 6 Ep

Bei allen von mir näher untersuchten Arten sind am vorletzten Segmente der Brust nur zwei Kiemen vorhanden, von denen die vordere mehr verdeckte Kieme der Reihe c′ angehört, die grössere, mehr distalwärts liegende wegen ihres beträchtlicheren Abstandes vom Basalglied als Kieme c zu deuten sein würde, während sie ihrer weit nach vorn gerückten Lage halber einer Arthrobranchie (b) gleicht.

Die Kiemen von Penaeus können weder in die Kategorie der Trichobranchien, noch in die der Phyllobranchien aufgenommen werden, nehmen vielmehr eine Zwischenstellung zwischen beiden ein, welche sich aus den Kiemen der Euphausiden ableiten lässt. Die Seitenstrahlen, welche den Radien einer Feder vergleichbar am Kiemenschafte in zwei gegenüberstehenden Reihen sich erheben, bilden wiederum an der dem Körper zugewendeten Seite secundäre Nebenstrahlen, deren Anordnung eine überaus regelmässige ist.

Die ersteren strecken sich meist zu bedeutender Länge und krümmen sich nach der vom Körper abgewendeten Seite in der Art, dass längs des Kiemenschaftes zwischen den gekrümmten Strahlen ein canalartiger Raum entsteht, dessen Längsspalte an beiden verjüngten Enden der Kieme zu einer weiten Oeffnung wird, indem hier die kurzen Seitenstrahlen ihre geradgestreckte Form bewahren. Die Nebenstrahlen (zweiter Ordnung) erheben sich an der freien Aussenfläche jener, und zwar der Kiemenbasis zugewendet in einer einzigen Reihe. Bei genauerer Untersuchung findet man nun aber, dass sich jeder Nebenstrahl in zwei Schläuche spaltet, deren gemeinsames Stück mit der Annäherung an den Stamm sich mehr und mehr verkürzt, bis endlich beide zu einem Nebenstrahl gehörigen Schläuche nebeneinander entspringen. Aus diesem Befunde könnte man ableiten, dass sich auch hier anfangs zwei einander gegenüberstehende Reihen von Knospen an der Aussenkante der Seitenstrahlen erhoben, die, paarweise aneinandergerückt, wie die Kiemenblättchen der Fische durch Querbrücken vereinigt, schliesslich zu den gestielten zweizipfligen Nebenstrahlen wurden. Denken wir uns nun die Hauptstrahlen erweitert und ihre Nebenstrahlen zu einfachen Blättern verbreitert, so erhalten wir die Phyllobranchie der Garneelen und Brachyuren, während die Trichobranchie aus einer anderen Modification ihre Erklärung findet. Indessen ist die Möglichkeit nicht widerlegt, dass es wie an den Kiemenästen der Euphausiden ursprünglich nur eine einzige Reihe von Schläuchen war, welche dann später die Nebenschläuche bildete.

Die Kiemen der Gattung Stenopus (Fig. 29) stimmen nach Lage und Zahl im Wesentlichen mit Penaeus überein, zeigen jedoch in ihrer Gestalt einige, zum Theil schon von Huxley hervorgehobene Modificationen, welche sich an das Verhalten der Jugendform enger anschliessen. Die Epipoditen haben bei geringer Grösse den Charakter zarthäutiger Schläuche bewahrt, und die Kiemen haben nicht jene Complicationen gewonnen, welche die Kiemen von Penaeus auszeichnen. Die Seitenstrahlen sind einfach geblieben, jedoch fadenförmig verlängert und durch neue, am Kiemenschaft selbst hervorgewachsene Reihen von kürzeren Schläuchen ergänzt. Dabei ist die zweizeilige Anordnung der primären Strahlen nicht gestört, während die an der Dorsalseite secundär entstandenen kürzeren Schläuche nicht so streng die Anordnung in Reihen einhalten. Mit dieser Modification, welche von demselben Ausgangspunkte einer mit zwei gegenüberstehenden Reihen von Seitenstrahlen versehenen Kieme abzuleiten ist, erscheint

die Trichobranchie [1]) vorbereitet, an welcher die ursprünglich zweizeilige Stellung der fadenförmigen Nebenschläuche mit der Vermehrung derselben eine unregelmässige wird. Interessant ist die ansehnliche Ausbildung der Epipodialkieme am zweiten Kieferfusse, welche an keiner der nachfolgenden Gliedmassen zur Entwicklung kommt, dagegen in einem anderen Vorsprung des schlauchförmigen Epipoditen des dritten Kieferfusses ihr Aequivalent erkennen lässt. Am ersten Kieferfusspaare ist auch eine ganz ansehnliche Kieme vorhanden, die Huxley unrichtiger Weise in Zweifel stellt und wahrscheinlich auf das nachfolgende Kieferfusspaar bezogen hat, dessen Kiemenzahl zu hoch angegeben wird und sich neben der erwähnten Epipodialkieme auf eine einzige wohl zur Reihe c gehörige Kieme beschränkt.

Demnach würde die Formel für Stenopus folgende sein:

	a	b	c	c′
VI S	Ep	0	1 [2])	0 = 1 + Ep
VII S	Ep + 1	0	1	0 = 2 + Ep
VIII S	Ep	1	1	1 = 3 + Ep
IX S	Ep	1	1	1 = 3 + Ep
X S	Ep	1	1	1 = 3 + Ep
XI S	Ep	1	1	1 = 3 + Ep
XII S	Ep	1	1	1 = 3 + Ep
XIII S	0	0	0	1 = 1
	7 Ep + 1	+ 5	+ 7	+ 6 = 19 + 7 Ep

Ueberraschend war es mir, bei der zu den Penaeiden zu stellenden Gattung Sicyonia die Pleurobranchien bedeutend reducirt zu finden. Die Epipoditen verhalten sich ihrer Form nach ganz ähnlich wie bei Penaeus und sind auch nahezu in der gleichen Zahl vorhanden, dagegen trifft man ausser den Arthrobranchien (b) nur eine hintere Kiemenreihe, welche der Reihe c entspricht. Freilich ist es in Fällen mit stark reducirter Kiemen-

[1]) Die Kiemen der verschiedenen Stenopusarten verhalten sich in der Ausbildung des Trichobranchien-Charakters nicht gleich, indem bei St. spinosus des Mittelmeeres die zweizeilige Anordnung der Nebenschläuche weit mehr durchgeführt zeigt, als bei St. hispidus von Ceylon, deren Kiemen sich den Trichobranchien der Astaciden annähern.

[2]) Die Deutung der Kieme des ersten Kieferfusses als der Reihe c angehörig ist dem Verhalten von Penaeus entlehnt, demnach nicht sicher, möglicherweise handelt es sich hier um Kieme b. Das Gleiche gilt von der hinteren Kieme des Segmentes VII, von der es schwer zu entscheiden ist, ob dieselbe b oder c entspricht.

zahl misslich, ohne Kenntniss der Jugendform lediglich nach dem Befunde des ausgebildeten Thieres zu entscheiden. Nach diesem zu urtheilen, würde die Pleurobranchie ausgefallen und nur am zweiten und dritten Kieferfusse in rudimentärer Form erhalten sein.

Die Kiemenformel für Sicyonia würde somit folgende sein:

	a	b	c	c′		
VI S	Ep (dicker Schlauch)	0	0	0	=	Ep
VII S	Ep + 1 (sehr gross)	0	1	1 (klein)	r =	3 + Ep
VIII S	0	1	1	1 (klein)	=	3 + Ep
IX S	Ep	1	1	0	=	2 + Ep
X S	Ep	1	1	0	=	2 + Ep
XI S	Ep	1	1	0	=	2 + Ep
XII S	0	0	1	0	=	1
XIII S	0	0	0	0		
	5 Ep + 1	4	6	2	=	13 + 5Ep

Auffallend erscheint die mächtige Entwicklung der Epipodialkieme des zweiten und der völlige Ausfall des Epipoditen am dritten Kieferfusse (Fig. 30).

Vollkommen nach dem Penaeidentypus gebaut sind die Kiemen der merkwürdigen Cerataspis monstruosus Gray (Cryptopus Defrancii Latr.), über welche A. Dohrn und später Boas Mittheilungen gemacht haben. Sicher ist diese bizarr gestaltete Crustaceenform kein Schizopode, für den dieselbe von Dohrn gehalten wurde — ein Irrthum, vor dem allein schon die Anlage der Gehörblase im Grundglied der ersten Antenne, sowie die typische Gestalt der zweiten Maxille hätte schützen müssen — sondern ein Decapode, jedoch auch kein ausgebildetes Geschlechtsthier, sondern eine ungewöhnlich grosse Larve aus der Penaidengruppe, wie schon Boas richtig bemerkt hat. Für die Larvennatur der bislang bekannt gewordenen Exemplare spricht nicht nur die Gestalt der Antennen und der Beine, sondern auch die ganz unvollständige Ausbildung der Abdominalfüsse, deren Aeste noch schlauchförmig sind und der Borsten entbehren; die Zugehörigkeit zu den Penaeiden aber wird nicht nur aus der Beschaffenheit der Mundwerkzeuge und Gliedmassen, sondern auch der Kiemen über allen Zweifel erhoben. Möglich bleibt es immerhin, dass beim Eintritte in die Geschlechtsreife die Körpergestalt noch wenig verändert wird und den Cerataspis-Charakter verliert; als sicher ist anzunehmen,

dass nicht nur die Antennen und Abdominalfüsse, sondern auch den Brustbeine eine andere Form gewinnen, und dass an den letzteren die schwachen Endopoditen auf Kosten der enorm entwickelten Schwimmfussäste eine Vergrösserung erfahren und den scharfen Gegensatz zum Stammgliede verlieren.[1])

Die muschelartige Auftreibung des Schalenpanzers mit seiner ganz absonderlichen Sculptur steht wahrscheinlich mit der mächtigen Entwicklung der Kiemen, zu deren Unterkunft eine umfangreiche Kiemenhöhle erforderlich ist, in Wechselbeziehung. Die Kiemen sind in der Entwicklung begriffene Phyllobranchien, und nicht, wie Dohrn[2]) angibt, „an jeder Gliedmasse in drei- bis fünffache einzelne Theile gespalten", sondern der Zahl nach ähnlich wie bei anderen Penaeiden über Kieferfüsse und Beine vertheilt. Ich fand nur eine einzige Kiemenreihe hinter und über den als solche erkennbaren Arthrobranchien vor im Gegensatze zu Boas, der eine grössere Kiemenzahl angibt. Dagegen sind Podobranchien oder Epipodialkiemen an allen Gliedmassen, mit Ausnahme der beiden letzten Beinpaare und des ersten Kieferfusses, vorhanden.

Am grössten ist die Epipodialkieme des zweiten Kieferfusses, die der nachfolgenden Gliedmassen werden continuirlich schmächtiger und sind am Epipoditen des vorletzten Beinpaares nur noch als Rudimente nachweisbar. Die Epipoditen selbst stellen kleine Schläuche dar, an deren Basis das Kiemenbäumchen frei am Coxalgliede der Extremität suspendirt ist.

Die Thatsache, dass eine dem ausgebildeten Zustande nahestehende Penaeidenform Epipodialkiemen in so reicher Zahl besitzt, berechtigt zu dem Schlusse, dass es Penaeiden, beziehungsweise diesen eng verwandte Makruren gab, die nicht nur am zweiten Maxillarfusse, sondern auch an den übrigen Brustgliedmassen ansehnliche Epipodialkiemen trugen. Von solchen Formen aus wäre es möglich, den überaus verschieden gestalteten und oft bedeutend

[1]) Bei dem mir zu Gebote stehenden Exemplare, welches mit grosser Vorsicht untersucht wurde, waren die Kiemen in der rechten und in der linken Kiemenhöhle zu einer flachen scheibenförmigen Masse zusammengedrückt, die sich nur sehr schwer und nicht ganz vollständig in ihre Theile zerlegen liess. Trotz dieses Mangels glaube ich nicht, dass mir Wesentliches entgangen ist.

[2]) Von den in Dohrn's Abhandlung gegebenen Abbildungen erscheint die des drittletzten Beinpaares mit Rücksicht auf die drei Kiemenanhänge (Fig. 32) am meisten zutreffend.

vereinfachten Kiemenapparat sämmtlicher Decapoden in mehreren Reihen abzuleiten.

Noch in neuester Zeit werden von einzelnen Forschern die Gattungen Sergestes, Acetes, Leucifer und Verwandte, welche ich schon seit vielen Jahren als Familie gesondert habe, zu den Penaeiden gestellt. Wenn schon die Vergleichung des Körper- und Gliedmassenbaues gegen diese Zusammenstellung spricht, so wird diese vollends durch den Kiemenapparat widerlegt, welcher durch den völligen Ausfall der Arthrobranchien (Reihe b) und die Reduction der Epipoditen nebst Epipodialkiemen auf die Caridinen- oder Garneelreihe hinweist, dabei in der Gestaltung der Kiemenreihe b auffallende Besonderheiten zeigt.

Bei Sergestes finde ich Epipoditen nur noch an den beiden vorderen Kieferfusspaaren erhalten, am zweiten in Form eines Säckchens, neben welchem eine ansehnliche Podobranchie zur Entfaltung gelangt ist. Am ersten Kieferfusse ist keine Kieme, dagegen am zweiten noch eine kleine Branchie der Reihe b oder c als einfacher Blattanhang vorhanden (Fig. 31, 2c). Ausser der Pleurobranchienreihe c', welche in besonders mächtiger Ausbildung vom dritten Kieferfusspaare an bis zum vorletzten Beinpaare entwickelt ist, erscheint die Reihe c nur am drittletzten und vorletzten Segmente durch gefiederte Kiemen, an den vorausgehenden Segmenten durch einfache Blattanhänge vertreten. Auch diese Kiemen sitzen aber von der Gelenkhaut weit entfernt an den Pleuren und erweisen sich somit als hintere Pleurobranchien, im Gegensatze zu Huxley's Auffassung, welcher diese Kiemenreihe überall als hintere Arthrobranchien dargestellt hat. Ihrem Baue nach sind die Sergestidenkiemen echte Phyllobranchien, deren Seitenfiedern je eine Reihe von Lamellen tragen.

Zur Controle dieser auf die Kiemeninsertion des ausgebildeten Thieres basirten Deutung war es wünschenswerth, das Verhalten der Kiemen im Jugendzustande zu vergleichen und sowohl die als Acanthosoma bekannten Mysisstadien, als die später folgende Mastigopusform zu untersuchen. Die ersteren entbehren noch, so weit es gestattet ist nach wenig gut conservirten Weingeist-Exemplaren zu schliessen, jeglicher Kiemenanlagen. Dagegen treten dieselben im Mastigopusstadium als Knospen auf, die sich während der Entwicklung des hinteren Beinpaares weiter ausbilden. Anlagen zu den Kiemen der beiden vorderen Kieferfüsse habe ich an den mir zu Gebote stehenden Objecten nicht nachweisen können.

Die Kiemenformel für Sergestes würde demnach die folgende sein:

	a	b	c	c′
VI S	Ep	0	0	0 = Ep
VII S	Ep + 1	0	1	0 = 2 + Ep
VIII S	0	0	1	1 = 2
IX S	0	0	1	1 = 2
X S	0	0	1	1 = 2
XI S	0	0	1	1 = 2
XII S	0	0	1	1 = 2
XIII S	0	0	0	0 = 0
	2 Ep + 1	0	+ 6	+ 5 = 12 + 2 Ep

Bei der abnormen Sergestidengattung Leucifer[1]), welche die beiden im Mastigopusstadium vorknospenden hinteren Beinpaare gar nicht bilden, sind merkwürdiger Weise die Kiemen völlig geschwunden, ein Verhältniss, für welches in der Decapodengruppe weitere Beispiele nicht existiren dürften.

Am wenigsten verändert und im unmittelbaren Anschluss an die Penaeiden erweist sich der Kiemenapparat der Homariden (Astaciden) und Loricaten unter Einschluss von Polycheles (Eryon). Die grosse Uebereinstimmung ergibt sich am prägnantesten, wenn man die Kiemen der Hummerlarve zum Vergleiche heranzieht. In diesem Alter ist zwar bereits die Kiemenzahl vollständig, dagegen die Besonderheit der Trichobranchienform noch nicht ausgebildet. Auch lässt das Lagenverhältniss der Kiemenreihen von c und c′ den Gegensatz von hinteren Arthrobranchien und Pleurobranchien nicht erkennen (Fig. 32). Im Gegensatze zu der jugendlichen Phyllobranchie, an deren Stamm nur zwei einander gegenüberstehende Knospenreihen vorhanden sind, erheben sich hier dorsalwärts von den beiden primären Reihen zwei Längsreihen etwas schwächerer Knospen, so dass der Stamm vierseitig erscheint. Indem mit dem fortschreitenden Wachsthum an der Dorsalseite des Kiemenstammes neue Knospenreihen auftreten und die Knospen zu Schläuchen heranwachsen, gewinnt die Kieme in den nachfolgenden Stadien allmälig die Trichobranchienform.

In erster Linie ist der Kiemenapparat der Homariden durch die mächtige Entwicklung der Podobranchien ausgezeichnet, welche an allen Brustgliedmassen mit Ausnahme des letzten und meist

[1]) Bei Acetes, deren Schalenduplicatur nicht in dem Masse wie bei Leucifer reducirt ist, scheinen nach W. K. Brooks' Abbildung Pleurobranchien vorhanden zu sein.

auch des ersten Paares (1. Maxillarfuss) vorhanden sind, und von dem zu einer breiten Lamelle umgestalteten Epipoditen getragen werden. Dieser Anhang hat die Bedeutung verloren, wie die Epipoditen der Penaeiden durch Bewegungen zwischen den Kiemen des betreffenden und des nachfolgenden Segmentes dem Ansatz fremder mit dem Wasserstrom und der Anhäufung eintretender Elemente entgegenzuwirken. Dafür sind aber auch die Schutzeinrichtungen zum besseren Verschlusse der Kiemenhöhle wohl auch im Zusammenhange mit der ausgesprochen kriechenden Locomotion weit vollständiger geworden. Andererseits erfahren die proximalen, im dorsalen Theil der Kiemenhöhle gelegenen Pleurobranchien eine mehr oder minder bedeutende Reduction (Homarus und die meisten Parastacinen) durch rudimentäre Zwischenglieder (Astacus, Astacoides) bis zum völligen Schwund (Cambarus). Von den wichtigsten der in dieser Reihe auftretenden Modificationen hat bereits Huxley in seiner trefflichen Schrift [1]) über die Classification und Verbreitung der Krebse ausreichenden Aufschluss gegeben, so dass ich von einer näheren Darstellung, die nur Detail über einige Loricatengattungen zu bringen vermöchte, absehen kann.

Die Kiemen der übrigen Decapodengruppen lassen sich vielleicht sämmtlich auf die der Homariden zurückführen, zunächst vermittelt durch Axius ähnliche Formen die der Thalassiniden, von denen aus wir vielleicht die Modificationen der Anomuren und Brachyuren ableiten können. Schwieriger ist die Zurückführung des meist bedeutend vereinfachten Kiemenapparates der Garneelen (Caridida e), für die es zunächst unentschieden bleiben muss, ob dieselben als besondere Reihe von den Penaeiden aus oder, was mir weniger wahrscheinlich vorkommt, als Abzweigung von der Thalassinidengruppe entstanden ist. Allgemein finden sich bei den Garneelen in jeder Kiemenhöhle fünf Kiemen, welche den Segmenten der sogenannten Gehfüsse angehören und in der Regel continuirlich in der Reihenfolge von vorn nach hinten an Umfang zunehmen, mit Ausnahme der letzten Kieme, welche nicht selten merklich reducirt ist. Ihrer Insertion nach entsprechen dieselben den Pleurobranchien, indessen dürfte die Lage allein nicht für diese Deutung entscheidend sein und der Vergleich mit solchen, bis jetzt nicht bekannten Gattungen von entscheidender Bedeutung werden, bei welchen an einzelnen der

[1]) Für die in derselben aufgestellten Kiemenformeln würde sich keine wesentliche Aenderung ergeben. Die hinteren Arthrobranchien Huxley's sind eben den Kiemen der Reihe c gleichwerthig und an den als Podobranchien unterschiedenen Kiemen die als „Laminae" entwickelten Epipoditen einzutragen.

fünf Brustsegmente ausser der Pleurobranchie (c') Huxley's hintere Arthrobranchie (c) erhalten ist. Zu diesen fünf ansehnlichen Kiemen kommen am zweiten und dritten Kieferfusspaare kleinere Kiemen hinzu, welche übrigens nicht bei allen Gattungen vorhanden sind, ferner ein Epipodit am ersten und am zweiten Kieferfusse, an letzterem sehr allgemein in Verbindung mit einer kleinen Epipodialkieme. Auch am dritten Kieferfusspaare und den nachfolgenden Gliedmassen können Epipoditen auftreten, welche dann meist zur Verbindung benachbarter Extremitäten in eigenthümlicher Weise gestaltet sind (Alpheiden). Bei einigen Gattungen (Pasiphaea, Pandalus, Rhynchocinetes) haben sich auch an mehreren Beinpaaren Arthrobranchien erhalten.

Ihrem Baue nach erweisen sich die Kiemen der Garneelen als vereinfachte Phyllobranchien, an deren Schafte die beiden Reihen von Seitenstrahlen breite Blätter geworden sind, welche keine Lamellen zweiter Ordnung entwickeln. Der zur Längsachse des Thieres schräg gestellte Schaft entspringt meist auf kurzer, papillenförmiger Erhebung, die meist ziemlich in seiner Mitte liegt, und verjüngt sich nach beiden Enden ziemlich gleichmässig. Im Besonderen bietet der Kiemenapparat nach den einzelnen Unterfamilien bemerkenswerthe Variationen. Bei Palaemon (Fig. 33) und Verwandten (Palaemonetes, Pontonia, Anchistia) finden sich ausser den fünf Pleurobranchien zwei Kiemen am Segmente des dritten Kieferfusses, eine grössere Arthrobranchie und eine kleine von dieser ganz verdeckte Pleurobranchie, die jedoch bei einzelnen Arten auch fehlen kann. Von den Epipoditen ist der des ersten Kieferfusses zweilappig, der des zweiten scheibenförmig, mit anhaftender Epipodialkieme. Auch am dritten Kieferfuss ist eine rudimentäre Epipodialplatte vorhanden.

Die Kiemenformel von Palaemon würde demnach folgende sein:

	a	b	c	c'
VI S	Ep	0	0	0 = Ep
VII S	Ep + 1	0	0	0 = 1 + Ep
VIII S	Ep (r)	1	0	1 = 2 + Ep
IX S	0	0	0	1 = 1
X S	0	0	0	1 = 1
XI S	0	0	0	1 = 1
XII S	0	0	0	1 = 1
XIII S	0	0	0	1 = 1
	3 Ep + 1	+ 1		+ 6 = 8 + 3 Ep

Bei Anchistia und Palaemonetes habe ich die kleine Pleurobranchie des dritten Kieferfusses stets vermisst. Aehnlich verhalten sich die Crangoniden, bei denen die Reduction insofern noch weiter vorgeschritten ist, als auch die Epipodialkieme am zweiten Kieferfusse hinwegfällt.

Die Kiemenformel von Crangon ist demnach folgende:

	a	b	c	c′
VI S	Ep	0	0	0 = Ep
VII S	Ep	0	0	0 = Ep
VIII S	Ep	1	0	0 = 1 + Ep
XI S	0	0	0	1 = 1
X S	0	0	0	1 = 1
XI S	0	0	0	1 = 1
XII S	0	0	0	1 = 1
XIII S	0	0	0	1 = 1
	3 Ep	+ 1		+ 5 = 6 + 3 Ep

Bei Nika fehlt auch der Epipodit am dritten Kieferfusse.

In der Alpheidengruppe erhält sich ziemlich allgemein eine grössere oder geringere Zahl von Epipoditen, welche vom dritten Kieferfusse an die Bewegungen benachbarter Gliedmassen von einander abhängig machen. Wie die als Retinacula bekannten Anhänge am Innenast der Pleopoden die zu einem Paare gehörigen Abdominalfüsse an einander heften, so sind es am Mittelleibe die Epipoditen, welche zu kleinen Haftstangen umgestaltet, die aufeinanderfolgenden Brustgliedmassen jeder Seite verketten. Indem das Hinterende des Epipoditen mit einem Haken endet, welcher eine Gruppe von Haarborsten am vorderen Coxalrande des nachfolgenden Beines umgreift, wird eine Verbindung hergestellt, die sich etwa der Gurtstange zwischen den Rädern der Lokomotive vergleichen lässt. (Fig. 34.)

Bei Lysmata und Alpheus sind fünf solcher Epipodialstäbchen vorhanden und die Epipoditen der beiden vorderen Kieferfüsse in normaler Form entwickelt. Ausser den fünf Pleurobranchien findet sich im ersten Falle nur eine Arthrobranchie sowie eine kleine Pleurobranchie am dritten Brustsegment, ferner eine Epipodialkieme am zweiten Kieferfusse, so dass eine völlige Uebereinstimmung mit Palaemon besteht. Bei Alpheus ist dagegen nur die vordere Arthrobranchie vorhanden.

Die Kiemenformel von Lysmata würde demnach folgende sein:

	a	b	c	d
VI S	Ep	0	0	0 = Ep
VII S	Ep + 1	0	0	0 = 1 + Ep
VIII S	Ep	1	0	1 = 2 + Ep
IX S	Ep	0	0	1 = 1 + Ep
X S	Ep	0	0	1 = 1 + Ep
XI S	Ep	0	0	1 = 1 + Ep
XII S	Ep	0	0	1 = 1 + Ep
XIII S	0	0	0	1 = 1
	7 Ep + 1 + 1			+ 6 = 8 + 7 Ep

An Alpheus schliesst sich am nächsten Caridina und die derselben nahestehende Troglocaris an, deren Gehfüsse mit Ausnahme des letzten Paares ihre Exopoditen als ansehnliche Geisselanhänge erhalten haben. Die letztere Gattung besitzt fünf Paare von Epipoditen, welche die gleiche Seitenverkettung vermitteln, dazu kommen die hier reducirten Epipodialanhänge des vorderen und mittleren Kieferfusses. Am dritten Kieferfusse hat sich auch noch eine sehr kleine Pleurobranchie erhalten, so dass die Zahl der Kiemen um 1 grösser als bei Alpheus ist.

Bei Hippolyte sind die nämlichen mit Greifhaken endigenden Epipoditen vorhanden, deren Zahl freilich nach den Arten wechselt, indem zwei oder mehrere der hinteren Beinpaare derselben entbehren können. Dagegen trägt die Epipodialscheibe des zweiten Kieferfusses eine kleine Podobranchie. — Bei Athanas fehlt wiederum dieser Kiemenanhang, aber auch die Kieme des dritten Kieferfusses, welcher ebenso wie die drei nachfolgenden Beinpaare das mit Endhaken bewaffnete Epipodialstäbchen trägt. Dieselbe Reduction des Kiemenapparates auf die fünf Pleurobranchien der hinteren Brustsegmente findet sich bei der Gattung Virbius, deren Epipoditen vom dritten Kieferfusse an hinwegfallen.

Kiemenformel von Virbius viridis:

	a	b	c	c′
VI S	Ep	0	0	0 = Ep
VII S	Ep	0	0	0 = Ep
VIII S	0	0	0	0 = 1
IX S	0	0	0	1 = 1
X S	0	0	0	1 = 1
XI S	0	0	0	1 = 1
XII S	0	0	0	1 = 1
XIII S	0	0	0	1 = 1
	2 Ep			+ 5 = 5 + 2 Ep

Zur Controle für die richtige Deutung des reducirten Kiemenapparates liegt es nahe, die Kiemenanlagen, welche sich meist verhältnissmässig spät, erst in der letzten Periode des Larvenlebens, entwickeln, zu vergleichen, zumal die Möglichkeit besteht, dass die Kiemenknospen in grösserer Vollständigkeit auftreten, und einzelne derselben wiederum rückgebildet werden. Indessen habe ich an den auf die Kiemenanlage näher untersuchten Larven von Palaemon, Crangon, Hippolyte, Virbius keine grössere Zahl von Kiemenanlagen nachweisen können. Zuerst knospen ausser den Epipoditen der Kieferfüsse die fünf Pleurobranchien der Gehfusssegmente als einfache Schläuche hervor, welche in dem am weitesten vorgeschrittenen Mysisstadium bereits die zweizeilige Differenzirung der blattförmigen Seitenstrahlen gewinnen. Die Kiemenanlagen der Kieferfüsse treten erst nachher deutlich hervor.

In grösserer Zahl als bei den besprochenen Garneelen sind die Kiemen bei der Gattung Atya (scabra) (Fig. 35) vorhanden, an welcher sich auch die Epipoditen fast sämmtlicher Gliedmassen erhalten haben. Dieselben bilden in gleicher Weise wie bei Alpheus und Verwandten schmale, nach hinten gerichtete Stäbchen, welche mittelst Greifzange enden (Fig. 35). Nur am vorderen Kieferfusse ist der Epipodit bläschenförmig und ganz rudimentär; am zweiten tritt an seiner Stelle eine ansehnliche Epipodialkieme auf. Am dritten Kieferfusse finden sich wieder zwei der Reihe b und c′ angehörige Kiemen und am Segmente des ersten Gehfusses kommt zu der grossen Pleurobranchie noch eine kleinere Arthrobranchie hinzu.

Kiemenformel von Atya (scabra):

	a	b	c	c′
VI S	Ep (sehr klein)	0	0	0 = Ep
VII S	0 + 1	0	0	0 = 1
VIII S	Ep	1	0	1 = 2 + Ep
IX S	Ep	1	0	1 = 2 + Ep
X S	Ep	0	0	1 = 1 + Ep
XI S	Ep	0	0	1 = 1 + Ep
XII S	Ep	0	0	1 = 1 + Ep
XIII S	0	0	0	1 = 1
	6 Ep + 1	+ 2		+ 6 = 9 + 6 Ep

Indessen gibt es Garneelgattungen mit noch grösserer Kiemenzahl und mehreren wohl erhaltenen Arthrobranchien der Gehfusssegmente. Es sind dies Pasiphaea, Pandalus und Rhynchocinetes. Die erstere, von De Haan wegen der Geisseläste an den

Gehfusspaaren mit den Penaeiden vereinigt, beansprucht ohne Zweifel auch mit Rücksicht auf die eigenthümliche Gestaltung der Mundwerkzeuge eine gesonderte Stellung. Der Kiemenapparat der auffallend comprimirten pelagisch lebenden Pasiphaea (sivado) besteht aus den fünf für die Garneelen so charakteristischen Pleurobranchien, von denen freilich die hinterste zu einer rudimentären Lamelle geworden ist. Dazu kommen noch drei kleinere Arthrobranchien an den drei vorderen Gehfusspaaren. Auffallend erscheint der völlige Mangel von Kiemen an den drei Maxillarfusspaaren, von denen nur das vordere ein Epipodit-Rudiment besitzt. Jede der vorhandenen Kiemen erweist sich als schmale langgestreckte Phyllobranchie mit unvollständiger hinterer Blätterreihe, welche viel kürzer als die vordere bleibt, so dass der vordere, dorsalwärts gerichtete Theil des Schafts nur an seiner Vorderseite Blättchen trägt (Fig. 36).

Die Kiemenformel von Pasiphaea (sivado) ist daher folgende:

	a	b	c	d
VI S	Ep r	0	0	0 = Ep r
VII S	0	0	0	0 = 0
VIII S	0	0	0	0 = 0
IX S	0	1	0	1 = 2
X S	0	1	0	1 = 2
XI S	0	1	0	1 = 2
XII S	0	0	0	1 = 1
XIII S	0	0	0	1 = 1
	Ep r	+ 3		+ 5 = 8 + Ep r

Eine noch grössere Zahl der Kiemen finden wir bei der Gattung Pandalus (Narval), welche ausser der Epipodialkieme des zweiten Maxillarfusspaares fünf Arthrobranchien und sechs Pleurobranchien trägt (Fig. 37).

Die Formel gestaltet sich daher folgendermassen:

	a	b	c	d
VI S	Ep	0	0	0 = Ep
VII S	Ep + 1	0	0	0 = 1 + Ep
VIII S	Ep	1	0	1 = 2 + Ep
IX S	0	1	0	1 = 2
X S	0	1	0	1 = 2
XI S	0	1	0	1 = 2
XII S	0	1	0	1 = 2
XIII S	0	0	0	1 = 1
	3 Ep + 1	+ 5		+ 6 = 12 + 3 Ep

Ganz ähnlich verhält sich der Kiemenapparat von Rhynchocinetes (Fig. 38), an welchem dieselben 12 Kiemen erhalten sind, jedoch ein anderes Grössenverhältniss zeigen. Zu den Kiemen kommen jedoch noch eigenthümlich gestaltete Epipoditen an den Gehfüssen der vier vorderen Paare. Diese Anhänge haben einen hakenförmigen Fortsatz am vordern Ende und entbehren der hintern Greifzange.

Einen von den Garneelenkiemen merklich abweichenden Charakter zeigt der Kiemenapparat der Thalassiniden, welcher von dem der Homariden aus unter Vermittlung Axius ähnlicher Formen abzuleiten sein dürfte. In erster Linie ist der Ausfall der Pleurobranchien bezeichnend, von denen sich unter den bislang näher bekannt gewordenen Gattungen lediglich bei Axius drei erhalten haben. Die beiden Arthrobranchienreihen dagegen sind sehr vollständig entwickelt und auch die Epipoditen meist nahezu vollzählig geblieben, in einigen Fällen dagegen fast ganz verschwunden.

Leider war es mir nicht möglich, die den Homariden sich annähernde Gattung Axius durch eigene Anschauung kennen zu lernen und näher auf die Kiemen zu untersuchen, so dass ich mich darauf beschränken muss, die Kiemenformel Huxley's mit geringen Aenderungen zu reproduciren.

	a	b	c	c'
VI S	Ep	0	0	0 = Ep
VII S	Ep + 1	r.[1])	0	0 = 1 + r. + Ep
VIII S	Ep + 1	1	1	0 = 3 + Ep
IX S	Ep + 1	1	1	0 = 3 + Ep
X S	Ep + 1	1	1	1 = 4 + Ep
XI S	Ep + 1	1	1	1 = 4 + Ep
XII S	Ep	1	1	1 = 3 + Ep
XIII S	0	0	0	0 = 0
	7 Ep + 5	+ 5+r+5		+ 3 = 18 + r. + 7 Ep

Bei Thalassina Fig. 39 finden wir vom zweiten bis vorletzten Brustsegmente sechs Epipoditen, von denen die vier vorderen Podobranchien tragen. Dazu kommen fünf Arthrobranchien — Huxley gibt deren sechs an und dürfte wohl die Podobranchie des zweiten Kieferfusses für eine Arthrobranchie gehalten haben

[1]) Möglicherweise zur Reihe c gehörig.

— sowie sechs der Reihe c angehörige Kiemen, so dass sich folgende Kiemenformel für Thalassina ergibt:

	a	b	c	c′
VI S	0	0	0	0 = 0
VII S	Ep + 1	1[1])	0	0 = 2 + Ep
VIII S	Ep + 1	1	1	0 = 3 + Ep
IX S	Ep + 1	1	1	0 = 3 + Ep
X S	Ep + 1	1	1	0 = 3 + Ep
XI S	Ep	1	1	0 = 2 + Ep
XII S	Ep	1	1	0 = 2 + Ep
XIII S	0	0	0	0 = 0 + Ep
	6 Ep + 4	+ 6	+ 5	= 15 + 6 Ep

Ein besonderes Interesse beansprucht die Form der Kiemen, von der bereits Huxley mitgetheilt hat, dass sie, ebenso wie bei den Kiemen von Axius, die Trichobranchien dem Phyllobranchien-Typus näher führe, indem der Kiemenstamm ausser den branchialen Filamenten auch breite, blattförmig ausgedehnte Anhänge trage. Die nähere Untersuchung lässt in der That eine bemerkenswerthe Modification der Kiemenform nachweisen. Während der untere Theil der Kieme noch streng den Charakter der Trichobranchie einhält und mehrere zweizeilig angeordnete Reihen schlauchförmiger Blättchen trägt, gestalten sich in einiger Entfernung von der Basis des Kiemenschaftes an der vom Körper abgewendeten Seite die Blättchen der dorsalen Reihe zu lamellösen Platten, welche sich dorsalwärts umschlagen und nach dem freien Ende des Schaftes zu an Umfang beträchtlich zunehmen. An diesem über die grössere Hälfte des Schaftes sich erstreckenden Kiemenabschnitt entspringen die Blättchen der beiden Primärreihen in weiten Intervallen und gewinnen nach dem Kiemenende zu die Form von gekrümmten Häkchen (Fig. 40 b). In weit auffallenderem Grade sind die der lamellösen Plattenreihe entsprechenden dorsalen Blättchen der anderen, dem Körper aufliegenden Seite des Schaftes zu kleinen, durch weite Intervalle getrennten Schuppen umgestaltet (Fig. 40 a).

Noch vollständiger als bei Thalassina stellt sich der Kiemenapparat bei den bisher nach dieser Richtung nicht näher untersuchten Gattungen Calocaris (Macandreae) und Calliaxis (adriatica) heraus. In beiden Fällen finden wir noch am vorderen Maxillarfusse einen Epipodialschlauch, so dass sieben Epipoditen vorhanden

[1]) Möglicherweise zur Reihe c gehörig.

sind, von denen sogar fünf Kiemen tragen. Während diese aber bei Calocaris einen ausgesprochenen Trichobranchien-Charakter besitzen, nähern sich dieselben bei Calliaxis der Phyllobranchie durch die fast lamellöse Form ihrer büschelförmig gruppirten Blätter. Abgesehen von diesem Unterschied, differiren beide Gattungen, wie die Kiemenformeln erweisen, auch in der Zahl der Arthrobranchien und in dem Grössenverhältniss der den Kieferfusssegmenten zugehörigen Kiemen, welche bei Calocaris ausserordentlich klein sind.

Die Kiemenformel von Calocaris (Macandreae) Fig. 43:

	a	b	c	c′
VI S	Ep	0	0	0 = Ep.
VII S	Ep + 1 (Kieme sehr kl.)	0	0	0 = 1 + Ep
VIII S	Ep + 1 (Kieme klein)	1	1	0 = 3 + Ep
IX S	Ep + 1	1	1	0 = 3 + Ep
X S	Ep + 1	1	1	0 = 3 + Ep
XI S	Ep + 1	1	1	0 = 3 + Ep
XII S	Ep	1	1	0 = 2 + Ep
XIII S	0	0	0	0 = 0
	7 Ep + 5	+ 5	+ 5	= 15 + 7 Ep

Kiemenformel von Calliaxis (adriatica) Fig. 44:

	a	b	c	c′
VI S	Ep	1	0	0 = 1 + Ep
VII S	Ep + 1 (Kieme gross)	1 (klein)	1 (klein)	0 = 3 + Ep
VIII S	Ep + 1	1	1	0 = 3 + Ep
IX S	Ep + 1	1	1	0 = 3 + Ep
X S	Ep + 1	1	1	0 = 3 + Ep
XI S	Ep + 1	1	1	0 = 3 + Ep
XII S	Ep	1	1	0 = 2 + Ep
XIII S	0	0	0	0 = 0
	7 Ep + 5	+ 7	+ 6	= 18 + 7 Ep

Bei den Gattungen Callianassa und Gebia sind die Podobranchien vollständig ausgefallen und nur 11 oder 10 Kiemen der Reihe b und c von verschiedener Phyllobranchienform zurückgeblieben. Von den Epipoditen hat sich bei Callianassa Fig. 41 der des ersten Maxillarfusses als ansehnliche zweilappige Lamelle (nach Art von Nebalia), sowie ein Rudiment am zweiten Kieferfuss erhalten. Gebia dagegen hat sämmtliche Epipoditen verloren.

Kiemenformel von Callianassa (subterranea):

	a	b	c	c'
VI S	Ep	0	0	0 = Ep
VII S	Ep r	1[1]	0	0 = 1 + Ep r
VIII S	0	1	1	0 = 2
IX S	0	1	1	0 = 2
X S	0	1	1	0 = 2
XI S	0	1	1	0 = 2
XII S	0	1	1	0 = 2
XIII S	0	0	0	0 = 0
	2 Ep + r	= 6	+ 5	= 11 + Ep + r

Kiemenformel von Gebia (littoralis):

	a	b	c	c'
VI S	0	0	0	0 = 0
VII S	0	0	0	0 = 0
VIII S	0	1 (sehr klein)	1 (klein)	0 = 2
IX S	0	1	1	0 = 2
X S	0	1	1	0 = 2
XI S	0	1	1	0 = 2
XII S	0	1	1	0 = 2
XIII S	0	0	0	0 = 0
	0	5	+ 5	0 = 10.

Auch bei den Thalassiniden wachsen die Kiemen erst in den späteren Larvenstadien hervor, ohne dass Knospenanlagen für Pleurobranchien auftreten, deren Anlage somit in der Ontogenese verschwunden ist. Dagegen weist die Art und Weise, wie die Kiemenknospen auftreten, auf einen von der ursprünglichen Entstehung abweichenden, zusammengezogenen Vorgang hin, insoferne vordere und hintere Arthrobranchien — und Gleiches finden wir auch bei den Anomuren wieder — anfangs gemeinsame Erhebungen sind, die sich erst später von einander trennen.

Bislang hat man der Gestaltung der Larvenkiemen überhaupt kaum irgendwelche Beachtung geschenkt, so dass es nicht auffallen kann, wenn auch der kürzlich von G. O. Sars[2]) eingehend dargestellte Gebia- und Calocaris-Entwicklung der Kiemenanlagen keine eingehende Berücksichtigung zu Theil wurde.

[1]) Möglicherweise zur Reihe c gehörig.

[2]) G. O. Sars: Bidrag til kundskaben om Decapodernes Forvandlinger. I. Nephrops — Calocaris — Gebia.

Bei Gebia scheinen die Kiemen überhaupt erst in der postlarvalen Jugendform aufzutreten, während sie bei den übrigen Thalassiniden, soweit die Larven derselben bekannt wurden, schon im Mysisstadium vorhanden sind. So wenigstens bei Callianassa und Calliaxis. Das Mysisstadium von Callianassa, in der gesammten Körperform der früher von mir beschriebenen Zoëa[1]) überaus ähnlich (Fig. 41), besitzt bereits sämmtliche Brustfüsse, trägt jedoch lediglich an den drei Kieferfusspaaren Schwimmfussäste, indem die Exopoditen der Gehfüsse nur durch kurze borstenlose Erhebungen vertreten sind. Der letzte ventralwärts nach vorn umgeschlagene Gehfuss entbehrt auch dieses Exopoditrudimentes. Von Pleopoden sind nur drei Paare, die des dritten bis fünften Abdominalsegmentes, vorhanden und auch die Gliedmasse der breitrandigen Schwanzflosse erscheint noch nicht als gesonderter Anhang. Am zweiten Segmente findet sich noch ein Rest des von den Penaeiden her vererbten Dorsalstachels, der auch an der Larve von Calocaris wiederkehrt. An den Brustfüssen und dem hinteren Kieferfusse haften bereits die Anlagen der Arthrobranchien, wie auch schon am vorderen Kieferfusse der ansehnliche Epipodialschlauch hervortritt. Als besonders bemerkenswerth erwähne ich noch das Vorkommen einer Schalendrüse am zweiten Maxillenpaare (Fig. 41 S. Dr.), die bisher unter den Decapoden nur bei Sergestidenlarven nachgewiesen wurde. Bezüglich der Calliaxislarve habe ich vorauszuschicken, dass diese keine andere als die kürzlich[2]) von mir beschriebene, aber unbestimmt gebliebene Larve ist, die durch ihren stabförmig gestreckten Leib und den engen stielartig ausgezogenen Kopf an Leucifer erinnert. Die Mysisstadien dieser Larve von 12—15 Millimeter Länge mit sämmtlichen Brustbeinen und vier Pleopodenpaaren ausser der mächtig entwickelten Fächergliedmasse weisen in ihren Merkmalen auf die Thalassinidengruppe hin (Mangel des ersten Pleopodenpaares, Stachelbewaffnung des Telsons, Gestaltung der Maxillarfüsse und Gehfüsse) und stimmen speciell den Kiemenanlagen nach so vollständig zu Calliaxis, dass die Zugehörigkeit zu dieser Gattung auch ohne den Beweis directer Züchtung als zweifellos gelten kann. Die ausgeprägte Sensenform der linksseitigen Mandibel ist noch erhalten (Md.). Der grosse Exopodit der zweiten Maxille entbehrt

[1]) C. Claus: Crustaceensystem, l. c. p. 55, Taf. VIII, Fig. 1—7.

[2]) Vgl. C. Claus: Zur Kenntniss der Kreislaufsorgane der Schizopoden und Decapoden. Arbeiten des zoologischen Institutes etc. etc. Tom. V, 1884, p. 32, Fig. 48, 49, 50.

des Borstenbesatzes, die Endopoditen der beiden vorderen Maxillarfüsse besitzen eine ähnliche Form und Gliederung, wie wir sie in den Mysisstadien von Gebia und Calocaris antreffen, dagegen entbehrt der Endopodit des dritten Kieferfusses der Borstenbewaffnung und lässt aus seiner indifferenten Gestaltung, ebenso wie die Endopoditen der nachfolgenden Gehfüsse, auf den seitherigen Nichtgebrauch dieser Anhänge zurückschliessen, deren Exopoditen in gleicher Weise wie die der Kieferfüsse als Geisseläste fungiren. Am vorletzten Beinpaare ist der Exopodit ein functionsloses Rudiment, am letzten Paare fehlt derselbe vollständig. Es verhalten sich somit die Gliedmassen der Brust ganz ähnlich wie im entsprechenden älteren Mysisstadium von Gebia littoralis.[1]) Dagegen erscheinen die Kiemenanlagen, die bei Gebia entweder noch ganz fehlen oder so rudimentär sind, dass sie von Sars nicht dargestellt wurden, von bedeutender Grösse und bereits mit seitlichen Faltungen, den Anlagen der Seitenblätter, versehen. Nicht nur sämmtliche Kiemen der Reihe b und c, sondern auch die Podobranchien sind als Differenzirungen der Epipoditen nachweisbar, so dass sich die Kiemenformel unserer Larve (Fig. 45) mit der von Calliaxis deckt. Es wird daher aus diesem Verhalten der Kiemen wahrscheinlich, dass schon mit der nächstfolgenden Häutung die jüngste Calliaxisform zu Tage kommt und nicht etwa noch eine der „Pseudolarve" von Calocaris ähnliche Halbpuppe mit indifferenter Kieferform und borstenlosen Fächergliedmassen den Uebergang vermittelt. Im letzteren Falle scheinen die Kiemen kaum weiter vorgeschritten, als bei der Calliaxislarve, und die Podobranchien der Epipodialstämme noch nicht einmal so weit gesondert, dass sie von Sars[2]) als solche unterschieden wurden.

Der Kiemenapparat der Anomuren schliesst sich am nächsten an den der Thalassiniden an, besitzt jedoch in der Regel vier oder drei Pleurobranchien, so dass wir zur Ableitung desselben eine Thalassiniden-Gattung mit Pleurobranchien vorauszusetzen haben. Wenn ich früher befürwortet hatte, jene von M. Edwards aufgestellte Decapodengruppe aufzugeben und die in derselben enthaltenen Familien unter die Makruren und Brachyuren zu vertheilen, so wurde ich zu diesem Vorschlage vornehmlich durch die Beziehungen der Albunealarven zu den Krabbenzoëen, sowie durch die Aehnlichkeit von Ranina und Albunea bestimmt,

[1]) Vergl. G. O. Sars, l. c., Taf. IV, Fig. 3.
[2]) Verg. G. O. Sars, l. c., Taf. II, Fig. 8—14.

die keineswegs bloss als eine äusserliche und auf secundärer Anpassung beruhende zu betrachten ist. Dieser Auffassung hat sich Smith auf Grund seiner Untersuchungen über die Entwicklung von Hippa durchaus angeschlossen. Andere Forscher, wie Huxley[1]) haben die Zwischengruppe in der von de Hann vorgeschlagenen Begrenzung (Anomala de Hann = Anomorpha Huxley) als natürliche Abtheilung aufrecht erhalten. Die Entscheidung in diesem oder jenem Sinne ist offenbar mehr Sache subjectiver Auffassung, ähnlich etwa wie die über die Aufstellung eines Protistenreiches zwischen Thieren und Pflanzen, und erscheint durchaus nicht von wesentlicher Bedeutung. Indessen dürfte es bei der Uebereinstimmung in vielen Merkmalen der gesammten Körperform und Gliedmassen, sowie der von mir selbst zuerst betonten Besonderheiten in der Metamorphose, durch welche die Anomuren-Familien zwischen langschwänzigen Decapoden und Krabben vermittelnd dastehen, doch wohl am zweckmässigsten sein, dieselbe als Zwischengruppe aufrecht zu erhalten.

Die auf die Metamorphose bezüglichen Besonderheiten werden durch die Thalassiniden vorbereitet, deren Zoëen, wie besonders die von Gebia und Calocaris, denen von Pagurus und Galathea ausserordentlich nahestehen. Ganz abgesehen von der Telsonform, die auch bei jungen Garneelzoëen eine sehr ähnliche sein kann, fällt die Uebereinstimmung in der Gestalt des Auges, der Maxillen sowie der spaltästigen Kieferfüsse und ganz besonders in dem Verhalten des dritten Maxillarfusspaares auf. Am Auge erscheint im Gegensatze zu den Larven von Palaemon, Crangon, Virbius, Hippolyte etc. das facettirte Sehfeld nicht gleichmässig gewölbt und mit gleich langen Krystallkegeln versehen; vielmehr enthält der hintere seitliche Abschnitt desselben längere Krystallkegel und bietet die Form eines stark prominirenden, wenn auch in den vorderen Theil ganz allmälig übergehenden Zapfens. Diese charakteristische Augenform ist nicht nur den Larven von Gebia, Calocaris, Callianassa und Calliaxis eigenthümlich, sondern kehrt auch bei allen mir näher bekannt gewordenen Anomurenlarven wieder. Bezüglich der Maxillarfüsse verliert schon bei den Thalassinidenlarven das dritte Paar die demselben bei den Garneellarven zukommende Bedeutung, während das vorderste bei diesem wenig umfangreiche und als Locomotions-

[1]) Huxley l. c., pag. 782.

[2]) J. E. V. Boas: Studier over Decapodernes Slaegtskabsforhold. Köbenhavn 1878, pag. 260.

organ ganz zurücktretende Maxillarfusspaar an Bedeutung gewinnt und hinter dem nachfolgenden Gliedmassenpaare an Umfang nur wenig zurücksteht. Am dritten Paare ist es meist nur der Exopodit, der als Geisselast zur vollen Entfaltung gelangt, während der Endopodit zwar nicht bei Calocaris und Callianassa, aber bei Gebia und Calliaxis erst später hervorwächst und bei mangelnder Borstenbewaffnung gleich den Endopoditen der fünf nachfolgenden Gliedmassen der Mysisstadien sich mehr indifferent verhält und ohne Function bleibt. Dasselbe Verhältniss kehrt bei den Anomurenlarven in noch schärferer Ausprägung wieder, indem sich der hintere Kieferfuss auf den als Geisselast entwickelten Exopoditen reducirt, und der Endopodit desselben gleich den nachfolgenden Gehfüssen ein mehr indifferenter functionsloser Schlauch bleibt. Erscheint die diesen Gliedmassen entsprechende Brustregion schon bei den Thalassiniden ziemlich gedrungen, so ist sie vollends bei den Anomurenlarven in dem Masse verkürzt, dass die hervorsprossenden Beinpaare übereinander zu entspringen scheinen und in mehr oder minder ausgesprochenem Bogen zusammengedrängt liegen. Dazu kommt, dass diese Gliedmassen der Exopoditenanlage entbehren und während des Larvenlebens durchaus ohne Function sind, während bei den Thalassiniden in der Regel noch die drei vorderen Paare Schwimmfussäste tragen oder doch wenigstens Rudimente dieser Anhänge aufweisen (Callianassa). Mit dieser Besonderheit, die in noch verstärktem Masse bei der Krabbenentwicklung wiederkehrt, büsst die vorgeschrittene Larve den Mysis-Charakter ein, während sich die Zoëagestalt im Wesentlichen erhält. Es erscheint daher passend, die älteren, mit allen Brustgliedmassen versehenen Larvenformen der Anomuren und Brachyuren, welche den Mysisstadien der Makruren entsprechen, als „Metazoëa“ zu unterscheiden. Am Abdomen sprossen die Pleopoden später als die gleichzeitig auftretenden Brustgliedmassen, und zwar bleibt in allen Fällen, wie bei den Thalassinidenlarven, das erste Abdominalsegment gliedmassenlos.

Die grösste Kiemenzahl unter den Anomuren finden wir bei den Galatheiden und Porcellaniden, welche ausser den zehn Arthrobranchien jederseits vier Pleurobranchien an den vier letzten Brustsegmenten tragen. Am zweiten Kieferfuss fehlt der Epipodit vollständig, während der erste Kieferfuss einen plattenförmigen Epipodialanhang besitzt, zu dem bei Galathea noch ein Epipodit am dritten Kieferfusse, beziehungsweise bei G. squa-

mifera, ähnliche Epipoditen an den drei vorderen Gehfüssen hinzukommen (Fig. 46—48).

Die Kiemenformel von Galathea (squamifera) ist daher folgende:

	a	b	c	c'	
VI S	Ep	0	0	0 =	Ep
VII S	0	0	0	0 =	0
VIII S	Ep	1	1	0 =	2 + Ep
IX S	Ep	1	1	0 =	2 + Ep
X S	Ep	1	1	1 =	3 + Ep
XI S	Ep	1	1	1 =	3 + Ep
XII S	0	1	1	1 =	3
XIII S	0	0	0	1 =	1

5 Ep + 5 + 5 + 4 = 14 + 5 Ep.

Die Larven von Galathea, und Gleiches gilt von den zuerst als Lonchophorus (Eschscholtz) beschriebenen Porcellanalarven, sind im vorgeschrittenen Metazoëa-Stadium bereits im Besitze der Kiemenanlagen, welche unmittelbar vor Uebergang in die postlarvale Form die seitlichen Blättchenreihen erkennen lassen (Fig. 49). Am Abdomen tragen dieselben ausser den Fächergliedmassen vier Pleopodenpaare am zweiten bis fünften Abdominalsegment. Die Galathealarven sind in diesem Alter den Paguridenlarven so ähnlich, dass sie mehrfach für solche ausgegeben wurden, obwohl die Zahl der Pleopodenpaare vor der Verwechslung schützen sollte. Ich selbst habe die Galathealarve[1]), deren jüngere und ältere Stadien von mir schon vor mehr als zwanzig Jahren als Anomurenlarven beschrieben und abgebildet wurden, irrthümlich auf Pagurus bezogen und später die Metazoëaform derselben in gleicher Weise als Paguridenlarve[2]) dargestellt. Aehnlich scheint in jüngster Zeit Faxon[3]) getäuscht worden zu sein, indem er in die Entwicklungsgeschichte der Paguriden Larven mit vier Pleopodenpaaren (Taf. XIII, Fig. 1, 3) aufnahm, welche der Gattung Galathea zugehören dürften.

[1]) C. Claus: Zur Kenntniss der Malakostrakenlarven. Würzburger naturw. Zeitschrift, Tom. II, 1861, pag. 40, Taf. II, Fig. 8—19. Es dürfte diese bislang völlig unbeachtet gebliebene Beschreibung die genaueste und vollständigste Darstellung der Galatheiden-Metamorphose enthalten.

[2]) Derselbe: Crustaceensystem l. c., pag. 55, Taf. VIII, Fig. 14.

[3]) Selections from Embryological Monographs. I. Crustacea (Taf. XIII, Fig. 1, 3). Cambridge 1882.

Die Kiemen der Paguriden wiederholen bei einigen Gattungen, wie insbesondere bei Pagurus s. str., ziemlich genau den Kiemenapparat der Porcellana und Galathea, indem ausser den zehn Arthrobranchien die vier Pleurobranchien der hinteren Brustsegmente wiederkehren. Dagegen fallen sämmtliche Epipoditen hinweg. Bei Paguristes fehlt auch die letzte Pleurobranchie und bei Eupagurus bleibt von Pleurobranchien überhaupt nur noch die des vorletzten Brustsegmentes, so dass in diesem Falle eine Reduction der Kiemen vorhanden ist, wie sie Huxley als für Pagurus überhaupt giltig darstellte, während erst Boas über die für Pagurus s. str. und Paguristes hervorgehobenen Modificationen Aufschluss gab, deren Richtigkeit leicht zu constatiren ist.

Auch die Paguridenlarven besitzen in dem vorgeschrittenen Metazoëa-Alter die Kiemenanlagen, auf die bislang ebenso wenig, wie auf die Kiemenknospen an den Metazoëen von Galathea und Porcellana, Rücksicht genommen wurde. Die bislang von mir näher untersuchten Paguridenlarven beziehen sich, soweit es gestattet ist nach der Kiemenzahl zu urtheilen, auf die Gattung Eupagurus und besitzen im Metazoëa-Alter nur zwei oder drei Pleopodenpaare, indem ausser dem ersten Abdominalsegment auch am fünften, beziehungsweise vierten und fünften Segmente, die Beinanlagen fehlen (Fig. 50). An diesem Merkmal sind sie sofort von der Galathea- und Porcellanalarve mit vier Pleopodenpaaren zu unterscheiden; indessen fragt es sich, ob für die zu Paguristes, Pagurus s. str. gehörigen Larven, welche eventuell nach der Zahl der Kiemenanlagen von den Galathealarven nicht zu unterscheiden sein würden, die gleiche Verminderung der Pleopodenzahl charakteristisch ist.

Die Gattung Coenobita, welche als Zwischenglied von Pagurus und Birgus betrachtet werden kann und in einigen Merkmalen schon die Gestaltungsverhältnisse von Birgus besitzt, jedoch der grossen, zur Luftathmung dienenden Nebenhöhle des Brustschildes entbehrt, unterscheidet sich im Kiemenapparate von Pagurus durch die Rückbildung der zum dritten Kieferfuss- und ersten Gehfusspaare gehörigen Kiemen, welche nur durch je zwei Rudimente vertreten sind. Ausserdem sind die drei Kiemen des zweiten Gehfusssegmentes ihrem Umfang nach ausserordentlich reducirt. Die Kiemenformel von Coenobita würde also folgende sein:

	a	b	c	c′	
VI S	0	0	0	0	= 0
VII S	0	0	0	0	= 0
VIII S	0	r	r	0	= 2 r
IX S	0	r	r	0	= 2 r
X S	0	1 (klein)	1 (klein)	1 (klein)	= 3
XI S	0	1	1	1	= 3
XII S	0	1	1	1	= 3
XIII S	0	0	0	1	= 1
		3 + 2 r + 3 + 2 r + 3			= 10 + 4 r.

Bei der Gattung Birgus (latro), von der ich ein wohlerhaltenes Exemplar auf die Kiemen näher untersuchen konnte, ist die Reduction der letzteren minder weit vorgeschritten, indem die Kiemen sowohl des dritten Maxillarfusses, als des vorderen Beinpaares als wenn auch kleine, aber doppelreihige Phyllobranchien erhalten sind. (Fig. 51). Die Kiemenformel stimmt somit mit der von Pagurus überein, nur dass die vorderen vier Kiemen jederseits ausserordentlich klein sind. Der zur Luftathmung entwickelte Nebenraum der Kiemenhöhle zeigt die von C. Semper[1]) näher beschriebene und richtig beurtheilte Gestaltung.

Die Kiemen von Lithodes, welche Gattung nebst Lomia de Haan (Hapalogaster) den Paguriden sehr nahe steht, wiederholen genau die Besonderheiten von Eupagurus.

In der Familie der Hippiden reducirt sich der Kiemenapparat in der Regel auf die Arthrobranchien, welche um so ansehnlicher entwickelt sind. So wenigstens bei den Gattungen Hippa und Remipes, an deren Kieferfusssegment nur eine Arthrobranchie erhalten bleibt, während die vier nachfolgenden Brustsegmente beide Arthrobranchien tragen. Bei Albunea finden sich am Kieferfusssegmente zwei Arthrobranchien, und am letzten Segmente eine kleine Pleurobranchie. Ausser dem grossen Epipoditen des ersten Kieferfusses hat sich hier auch am dritten Kieferfusse ein ansehnlicher, bisher übersehener Epipodit erhalten (Fig. 52). Die Kiemenformel von Albunea (symnista) ist demnach folgende:

[1]) C. Semper: Ueber die Lunge von Birgus latro. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Tom. 30, 1878.

	a	b	c	c′
VI S	Ep	0	0	0 = Ep
VII S	0	0	0	0 = 0
VIII S	Ep	1	1	0 = 2 + Ep
IX S	0	1	1	0 = 2
X S	0	1	1	0 = 2
XI S	0	1	1	0 = 2
XII S	0	1	1	0 = 2
XIII S	0	0	0	1 = 1
	2 Ep	+ 5	+ 5	+ 1 = 11 + 2 Ep

Bezüglich der Entwicklung des Kiemenapparates ist zu bemerken, dass derselbe auch bei den Hippiden bereits im Metazoëastadium vollzählig angelegt ist. Ausser den beiden Arthrobranchien finden sich Anlagen von Pleurobranchien an der von mir beschriebenen Hippidenlarve, welche ich[1]) nach den vorgelegenen Anhaltspunkten als Albunealarve in Anspruch genommen hatte. Die Richtigkeit dieser Deutung, auf deren Grund zuerst die Eigenthümlichkeiten der Hippidenlarven überhaupt und die nahe Beziehung derselben zu den Krabbenlarven abgeleitet wurde, hat inzwischen S. J. Smith[2]), welcher die Larven von Hippa talpoides aus dem Ei ziehen und durch alle Entwicklungsstadien bis zur Hippidenform verfolgen konnte, bestätigt. Da nämlich die Hippa-Larve nur zwei Paare von Geisselästen trägt, conform dem bei der ausgebildeten Hippa und Remipes fehlenden Exopoditen des dritten Kieferfusses, so weist das Vorhandensein eines Geisselastes am entsprechenden Gliedmassenpaare unter Ausschluss jener Gattungen auf Albunea hin, an deren drittem Kieferfuss ein Exopodit erhalten ist. Dazu kommt das Vorhandensein einer Pleurobranchie am letzten Brustsegmente, welche in gleicher

[1]) Claus, Crustaceensystem l. c., pag. 59, Taf. IX, Fig. 1—10.

[2]) Sidney J. Smith, The Early stages of Hippa talpoides etc. Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences, vol. III, New Haven 1878, pag. 336. Wenn Smith bezüglich der von mir hervorgehobenen Aehnlichkeit zwischen der Albunea-Larve und Erichthus hinzugefügt, dass diese Aehnlichkeit nicht auf einer tieferen morphologischen Uebereinstimmung beruhe, so ist diese selbstverständliche Bemerkung um so überflüssiger, als sie beim Leser die Vorstellung erzeugen muss, als handele es sich um eine Correctur meiner Auffassung und als habe ich die Aehnlichkeit nicht nur für eine rein äusserliche, sondern wesentlich morphologische Gestaltung gehalten, während ich selbst doch auf letztere hin die nahe Beziehung zu der Brachyuren-Metamorphose gründete und die Aehnlichkeit mit Erichthus als eine rein secundäre behandelte.

Weise auf Albunea hinweist. Auch an den drei vorausgehenden Brustsegmenten sind Pleurobranchien angelegt, die ich jedoch im ausgebildeten Zustande von Albunea nicht aufzufinden vermochte, im Gegensatze zu Boas, welcher Pleurobranchienrudimente am vorletzten und drittletzten Brustsegmente von Albunea hervorhebt und in dieser Hinsicht eine Uebereinstimmung mit dem Kiemenapparat der fraglichen Larve constatirt hat. Möglicherweise sind diese Pleurobranchienrudimente nur noch im jüngern Alter erhalten oder es ist ihr Vorkommen nach geographischen Variationen verschieden.

Offenbar sind es unter den Anomuren die Hippiden, deren Metamorphose an die der Brachyuren am nächsten und so unmittelbar anschliesst, dass ich auf Grund dieser nahen Beziehung der Larvenformen die Auflösung der Anomuren und die Vereinigung der Hippiden mit den Brachyuren befürworten konnte. Smith hat sich dieser Auffassung auf Grund seiner Untersuchungen an Hippa-Larven um so entschiedener angeschlossen, als er in dem Ausfall des dritten Zoëafusses als Bewegungsorgan der Hippa-Larve eine noch grössere Uebereinstimmung zu constatiren und sogar ein Megalopastadium zu unterscheiden vermochte. Er bezeichnet daher die Hippidenentwicklung als „essentially Brachyura development“ und hebt als einzigen und höchst wesentlichen Unterschied die Abwesenheit des dorsalen Schalenstachels der Krabbenzoëa hervor. Indessen bestehen thatsächlich doch bedeutendere Differenzen, und diese lassen die Hippidenverwandlung — trotz des Ausfalles der dritten Brustgliedmasse als Schwimmfuss bei Hippa — mit der Metamorphose der übrigen Anomuren als in engerem Verbande zusammengehörig erscheinen. Dahin gehört ausser der vollständigen Uebereinstimmung in der Endopoditenform der beiden Spaltfusspaare die frühzeitige Anlage der Fächergliedmassen, welche lange Zeit vor dem Auftreten der vorausgehenden Pleopodenpaare bemerkbar werden und zur Sonderung gelangen. Sodann sind die Pleopoden zweiästig, im Gegensatze zu den einfachen Schwanzfüssen der Brachyuren, während der Mangel des vorderen Pleopodenpaares auch für die Metazoëastadien der Krabben zutrifft. Bei diesen entwickeln sich stets die Fächergliedmassen den vorausgehenden Pleopoden conform als äussere Höcker, so dass das primäre Verhältniss in der Aufeinanderfolge der Gliedmassensprossung wieder hergestellt ist. Allerdings kann auch im Metazoëastadium von Anomuren die frühzeitige Sonderung der Fächergliedmassen unterdrückt sein, so dass die vorausgehenden

Pleopodenpaare schon vorgewachsen sind, während der Fächer lediglich durch die einfache Telsonplatte repräsentirt ist. In diesem Falle, der für Porcellana [1]) zutrifft und auch schon für die Callianassa-Larve Geltung hat, zeichnet sich das Telson durch aussergewöhnlichen Umfang aus und birgt die Anlagen der Fächergliedmassen rechts und links unter dem Integument. Auch bei manchen Makruren, deren Metamorphose in die Embryonalentwicklung mit einbezogen ist, beobachten wir dieselbe Erscheinung, indem im Zusammenhang mit dem Nichtgebrauch des Fächers dessen Gliedmassen vom Integument noch umschlossen wird, wenn die vorausgehenden Pleopoden schon als äussere Anhänge vorgewachsen sind. Die ausschlüpfenden Jungen von Astacus — und dasselbe gilt für hochnordische Crangoniden mit grossen Eiern und directer Entwicklung — besitzen bereits die fünf Pleopodenpaare, aber noch eine einfache Schwanzplatte ohne gesonderte Fächergliedmassen.

Es erscheint von grossem Interesse, zu constatiren, dass auch die Larven der Apteruren (der zweiten Gruppe der Anomuren im Sinne von M. Edwards), welche de Haan unter Ausschluss von Lithodes und Lomia als „Dromiaceen" zu den Brachyuren stellt, denen der Anomuren s. str. (im Sinne der Anomala de Haan) näher stehen als den Krabbenzoëen. So weit wir nämlich über die Larven der Gattungen Dromia und Homola durch die allerdings unzureichenden Mittheilungen von Boas [2]) unterrichtet sind, besitzen dieselben in gleicher Weise wie die Larven von Albunea, Pagurus, Porcellana und Galathea einen als Schwimmfussast fungirenden Exopoditen am dritten Kieferfusse, reichen aber in ihrem Anschlusse an die Thalassiniden-Larven noch über die Anomuren hinaus, indem sie nicht nur eine grössere Uebereinstimmung mit den Kiemenanlagen jener zeigen, sondern, wie wenigstens die Larve von Dromia, auch am ersten Gehfusspaare einen als Schwimmfuss fungirenden Exopoditen tragen. In dem Mangel des dorsalen Zoëastachels, sowie in der Gestaltung des Abdomens mit seinen zweiästigen Pleopodenpaaren und Fächergliedmassen, stimmt das Metazoëastadium der Apteruren im Gegensatz zu den Krabbenlarven mit dem der Anomuren wie Thalassiniden überein.

Der Kiemenapparat der Apterurengattungen Homola und Dromia weist keine sehr bedeutenden Differenzen auf; bei der

[1]) Vergl. Fr. Müller: Ueber die Verwandlung der Porcellanen. Archiv für Naturgeschichte. Tom. XXVIII, 1862.

[2]) Boas: Studier l. c., pag. 203—205. Taf. VII, Fig. 209 u. 212.

ersten finden wir 14 Kiemen, darunter 3 Pleurobranchien, ferner 6 Epipoditen, bei Dromia sind ebenfalls 14 Kiemen vorhanden, von denen 4 an den Pleuren sitzen. Epipoditen haben sich hier nur an den vier vorderen Brustgliedmassen erhalten.

Für die bereits von Boas zutreffend unterschiedenen Kiemen von Homola (spinifrons) würde sich folgende Formel ergeben:

	a	b	c	c′	
VI S	Ep	0	0	0 =	Ep
VII S	Ep + 1	0	1	0 =	2 + Ep
VIII S	Ep	1	1	0 =	2 + Ep
IX S	Ep	1	1	0 =	2 + Ep
X S	Ep	1	1	1 =	3 + Ep
XI S	Ep	1	1	1 =	3 + Ep
XII S	0	1	0	1 =	2
XIII S	0	0	0	0 =	0
	6 Ep + 1	+ 5	+ 5	+ 3 =	14 + 6 Ep.

Der Epipodit des ersten Maxillarfusses erscheint als ansehnliche Lamelle. Am Segment des zweiten Kieferfusses konnte ausser der Podobranchie auch noch eine kleine Arthrobranchie constatirt werden. Die Pleurobranchien gehören den Segmenten des zweiten, dritten und vierten Beinpaares an (Fig. 54).

Die Kiemenformel von Dromia würde dagegen folgende sein:

	a	b	c	c′	
VI S	Ep	0	0	0 =	Ep
VII S	Ep + 1	0	0	0 =	1 + Ep
VIII S	Ep	1	1	0 =	2 + Ep
IX S	Ep	1	1	0 =	2 + Ep
X S	0	1 (klein)	1 (sehr klein)	1 =	3
XI S	0	1 (klein)	1 (sehr klein)	1 =	3
XII S	0	1 (klein)	0	1 =	2
XIII S	0	0	0	1 =	1
	4 Ep + 1	+ 5	+ 5	+ 4 =	14 + 4 Ep.

Bei Dromia (Fig. 55) erscheint der Epipodit des ersten Kieferfusses nach hinten stark verschmälert und geisselförmig ausgezogen. Die Arthrobranchien der Segmente X bis XII sind ihrem Umfang nach beträchtlich reducirt und die Kiemen c der Segmente X und XI beinahe rudimentär zu nennen. Zu den drei bei Homola

vorhandenen Pleurobranchien kommt noch eine vierte am letzten Brustsegment hinzu, so dass diese Kiemengruppe mit der entsprechenden vieler Anomuren (Galathea, Porcellana, Pagurus s. str.) übereinstimmt. Indessen auch für die beiden nach Zahl und Lage bei Homola und Dromia übereinstimmenden Kiemenreihen b und c besteht eine grosse Aehnlichkeit mit denen der Anomuren. Die Kieme c des vorletzten Brustsegmentes fehlt auch bei Hippa und Remipes. Bezüglich der Epipoditen ist als Unterschied hervorzuheben, dass bislang bei keinem Anomuren der Epipodit des zweiten Kieferfusssegmentes nachgewiesen wurde. Indessen dürfte diesem Mangel kein so grosser Werth beizulegen sein, um die Anomuren als Uebergangsglieder zu den Apteruren auszuschliessen und zur Ableitung der letzten wiederum auf Axius ähnliche Thalassiniden zurückzugreifen. Man wird wohl berechtigt sein, von einer Galathea ähnlichen Form auszugehen, zumal einzelne Arten derselben, wie G. squamifera, im Gegensatze zu den übrigen Anomuren, so zahlreiche Epipoditen tragen.

Die den Apteruren (Dromiaceen) gegenüberstehenden Brachyuren im engern Sinne lassen sich als eine weiter specialisirte Formengruppe am einfachsten unmittelbar von den Apteruren aus ableiten und auch der Kiemenapparat steht mit dieser Zurückführung im vollen Einklang, indem die 5 bei Dromia bereits sehr reducirten Arthrobranchien ganz hinwegfallen. Gleichwohl erscheint die Frage nicht unberechtigt, ob nicht auch ohne Vermittlung der Dromiaceen die Anomuren zur Entwicklung, wenn nicht aller, so doch einiger Brachyurenfamilien geführt haben können. Zu dieser Erwägung führt zunächst die nahe gestaltliche Verwandtschaft der Raniniden mit Albunea, deren Formverwandtschaft keineswegs den Eindruck einer bloss äusserlichen, lediglich auf secundärer Anpassung beruhenden Aehnlichkeit macht. Dass Ranina und Verwandte, welche von M. Edwards zu den Apteruren gestellt wurden, trotz dieser Aehnlichkeit nach De Haan's Vorgang in Anschluss an die Leucosiiden mit den Brachyuren s. str. zu vereinigen sind, dürfte kaum in Zukunft berechtigten Widerspruch finden, zumal auch der Kiemenapparat vollständig den Brachyurentypus trägt.

In der That liefert die Untersuchung einer Krabbenzoëa, welche mit grösster Wahrscheinlichkeit auf die Raninagruppe zu beziehen ist, Anhaltspunkte zu Gunsten einer directen, die Ver-

mittlung der Dromiaceen ausschliessenden Ableitung der Raniniden und vielleicht der Leucosiiden von den Anomuren. Es handelt sich um die von mir bereits früher beschriebene als Acanthocaris bezeichnete Larve (aus dem Meerbusen von Bengalen), welche ihrem gesammten Habitus nach als den Anomuren, beziehungsweise Apteruren, zugehörig beurtheilt wurde, jedoch weder auf Homola oder Dromia noch Lithodes bezogen werden kann. Der Panzer mit seinen in Seitenstacheln auslaufenden Seitengewölben wiederholt den Typus der Hippidenlarven, besitzt jedoch auch den Dorsalstachel der Krabbenzoëa in ungewöhnlicher Länge (Fig. 53). Auch das Abdomen zeigt die Charaktere jenes der Anomurenlarven und besitzt schon an jüngern, der Pleopoden entbehrenden Stadien, gesonderte Fächergliedmassen, die freilich des Innenastes entbehren und denselben auch im Metazoëastadium nicht entwickeln. Kiefer und Brustgliedmassen zeigen jedoch im Wesentlichen alle Eigenthümlichkeiten der Krabbenlarven. Die beiden Spaltfusspaare verhalten sich ebenso wie die nachfolgenden Gliedmassen, der dritte Kieferfuss und die späteren Gehfüsse, genau wie im Metazoëastadium der echten Brachyuren. Das vordere Spaltfusspaar (Fig. 21) mit fünfgliedrigem Endopodit und mächtigem Geisselast, zeichnet sich durch den Besitz eines Ladenfortsatzes und einer zweilappigen Epipodiallamelle aus. Am zweiten ebenso umfangreichen Spaltfusse (Fig. 22) bleibt der Endopodit kurz, dreigliedrig und entbehrt fast ganz der Borstenbewaffnung; während am Basalgliede der Kaufortsatz fehlt, sitzt an der Aussenseite desselben ein langer, mit Kiemenanlage versehener Epipodialschlauch und nahe der Insertion ein Kiemenschlauch, die Anlage der späteren Arthrobranchie, auf. Dass diese Kieme am Basalglied des Kieferfussstammes ziemlich fern von dessen Einlenkung entspringt, somit sich als hintere Podobranchie verhält, erscheint ein nicht zu unterschätzender Beleg für den primären Ursprung auch der proximal gelegenen Kiemen am Grundglied der Extremitäten und für die Bedeutung jener als Gliedmassenanhänge. Damit ist aber auch das Schwankende und Variable in der Umgrenzung der Gelenkhaut dargethan und die Wahrscheinlichkeit klargelegt, dass auch eine Arthrobranchie zu einer Pleurobranchie werden kann, wenn die Grenzen der Gelenkhaut distalwärts vorrücken und in gleichem Masse die proximale Partie derselben zur Pleurawand wird, als die distale auf das Coxalglied übergreift. Von

[1]) Claus: Crustaceensystem etc. l. c., pag. 60, 61, Taf. IX, Fig. 11—13.

den nachfolgenden knäuelartig zusammengedrängten und ventralwärts nach vorn umgeschlagenen Gliedmassen (Fig. 23) trägt die vordere, der spätere dritte Maxillarfuss (Mxf. III) einen rudimentären borstenlosen Exopoditen und zwei als vordere und hintere Arthrobranchien zu deutende Kiemen, dagegen fehlt der Epipodit. Die Kiemen der folgenden Gliedmassen vertheilen sich genau wie bei den Brachyuren, indem das Segment des Scheerenfusses zwei, die beiden nachfolgenden je einen langen Kiemenschlauch tragen. Nun aber kommt zu diesen bleibenden Kiemen an den Segmenten des zweiten, dritten und vierten Gehfusspaares noch je eine, wie man aus dem degenerirten Inhalte entnehmen kann, hinfällige Arthrobranchie (Br′) hinzu. Bei keiner anderen Krabbenlarve — und ich habe eine grosse Zahl verschiedener Brachyurenlarven auf das Vorkommen dieser Kiemen untersucht — war ich im Stande, die drei hinfälligen Kiemen wiederzufinden, von denen die beiden vorderen ohne Frage den Arthrobranchien 5 b und 6 b entsprechen, während die hinter dem vorletzten Segmente ansitzende Kieme eine Pleurobranchie zu sein scheint. Diese Deutung würde auch durch das Grössenverhältniss der Kiemen von Homola und Dromia unterstützt werden, da in beiden Fällen die Kiemen 5 c und 6 c die kleinsten sind, also zuerst in Wegfall gekommen wären.

Der Kiemenapparat der Brachyuren s. str. gestattet zwar in einzelnen Gruppen bemerkenswerthe Variationen, wiederholt jedoch bei der grösseren Mehrzahl der Gattungen die bekannten, bereits von M. Edwards für Cancer und Maja beschriebene Gestaltung, von der wir als der typischen auszugehen haben. In jeder Kiemenhöhle finden sich sieben, mit breiter Basis beginnende, langgestreckte Kiemenpyramiden, deren stark verjüngte Enden, medianwärts nach hinten gerichtet, convergiren. Dazu kommen zwei vordere transversal gestellte Kiemen von geringer Grösse, welche als Epipodialkiemen dem zweiten und dritten Kieferfusse angehören. Die letztere ist in der Regel am meisten reducirt und liegt quergestellt vor der hintern Arthrobranchie des betreffenden Segmentes. An sämmtlichen Kieferfüssen finden sich geisselförmige, am Seitenrand mit langen Haarborsten besetzte Epipodialplatten, welche in erster Linie die Circulation des Wassers im Kiemenraume zu reguliren haben.

Offenbar steht der relativ feste Verschluss oberhalb der mittleren Beinpaare, welcher die Kiemenhöhle der Brachyuren auszeichnet, mit anderen Worten: die Verlegung der Eingangs-

spalte zur Einfuhr des Wassers vor und oberhalb des scheerentragenden Beinpaares in die Gegend der hintern Ecken des Mundrahmens mit den Besonderheiten, welche die Epipoditen der drei Kieferfusspaare zeigen, in nothwendiger Wechselbeziehung. Da der Wasserstrom in der Kiemenhöhle nicht wie bei den Makruren von hinten nach vorn gerichtet ist, sondern vorn hinter den Mundwerkzeugen an der vordern Grenze der Kiemen beginnt, so müssen Einrichtungen bestehen, welche denselben zunächst nach hinten und oben leiten. Diese Function übernimmt der peitschenförmig verlängerte dritte Epipodit, dessen verbreitertes, am Vorderrande meist mit sehr dichtgestellten Haarborsten besetztes Basalstück sich vor und oberhalb der Coxa des Scheerenfusses erstreckt und dann winklig in die peitschenförmig verlängerte Geissel umbiegt, welche zwischen der hintern Arthrobranchie des dritten Kieferfusses und der vordern Kieme des scheerentragenden Gehfusses ihre Lage hat. Die Schwingungen dieses Epipoditen haben offenbar die Bedeutung, das zwischen der Epipodialbasis und dem Coxalgliede des Beines einströmende Wasser in der Richtung der Geisselbewegung nach der Spitze der Kiemenpyramiden, also dorsalwärts, in die hintere Partie der Kiemenhöhle zu leiten. Auch der Epipodit des ersten Maxillarfusses, an Umfang den eben beschriebenen des dritten Kieferfusses meist bedeutend überragend, ist nicht die zweilappige mehr oder minder dreiseitige Lamelle geblieben, wie sie sich so häufig bei den Makruren darstellt, vielmehr durch Verlängerung des Hinterlappens zu einer mächtigen flachen Geissel geworden (Fig. 57 u. 58, 1 Ep), deren Schwingungen an der Dorsalseite der Kiemen die Wasserströmung im oberen Kiemenraume unterhält.

Am wenigsten umfangreich ist der ebenfalls geisselförmige zweite Epipodit, welcher sich an der medialen Kiemenwand längs der Arthrobranchie des zweiten Kieferfusssegmentes, beziehungsweise an der medialen Seite der vordern Arthrobranchie des nachfolgenden Kieferfusses hin erstreckt (Fig. 59, 2 Ep). Die Ausleitung des Wassers zu den Seiten der Kiefer aus der vordern, oft in einem Schalenausschnitt liegenden Oeffnung vermittelt bekanntlich die breite exopodiale Platte der zweiten Maxille, die hiermit indirect auch für den Eintritt des inspiratorischen Wasserstromes von bestimmender Bedeutung ist.

Die Kiemenformel der Brachyuren würde demnach folgende sein:

	a	b	c	c'
VI S	Ep	0	0	0 = Ep
VII S	Ep + 1	0	1 [1])	0 = 2 + Ep
VIII S	Ep + 1	1	1	0 = 3 + Ep
IX S	0	1	1	0 = 2 +
X S	0	0	0	1 = 1 +
XI S	0	0	0	1 = 1 +
XII S	0	0	0	0 = 0
XIII S	0	0	0	0 = 0
	3 Ep + 2	+ 2	+ 3	+ 2 = 9 + 3 Ep.

Dieselbe trifft ausser den Majaceen (Oxyrhynchen) auch für die meisten Cyclometopen, wie Cancer, Xantho, Pilumnus, Portunus, Eriphia, Thalamita, Carpilius etc., ferner für viele Catometopen, sowie für die Calappiden [2]) und Matutiden zu, die unrichtigerweise von M. Edwards in die an sich unhaltbare Gruppe der Oxystomata gestellt worden waren.

Die Modificationen, welche sich an dem Kiemenapparat bei andern Brachyurengattungen finden, beruhen theils auf dem Ausfall einzelner Kiemen, insbesondere an den Kieferfüssen, theils sind es tiefer greifende, ebenfalls mit Verlust von Kiemen verbundene Abänderungen, welche wohl im Zusammenhang mit der Anpassung an den Landaufenthalt und an die Luftathmung ihre Erklärung finden.

Zu den ersteren gehören die Reductionen der Kiemenzahl bei der Gattung Dorippe auf 8 und Ethusa auf 7 Kiemen. In jenem Falle fällt nur die Epipodialkieme am dritten Kieferfusse aus.

Bei Ethusa kommt ausser der Epipodialkieme des dritten Kieferfusses auch noch die Arthrobranchie am vorausgehenden Segmente in Wegfall und wir erhalten die Formel:

[1]) Ob diese Kieme zur Reihe b oder c gehört, ist nicht sicher zu bestimmen. Ich habe dieselbe auf die Reihe c bezogen, theils mit Rücksicht auf die Deutung der zweiten Maxillarfusskieme bei Penaeus und anderen Makruren, theils wegen der an den nachfolgenden Segmenten von vorn nach hinten durchgeführten Reduction der Kiemen.

[2]) Die Angaben De Haan's, nach welcher bei Calappa am zweiten Kieferfusse (4. Maxille) 3, am dritten (5. Maxille) 2 Kiemen vorhanden sein sollen, beruht auf einem Irrthum. In Wahrheit trifft das Umgekehrte zu.

	a	b	c	c′
VI S	Ep	0	0	0 = Ep
VII S	Ep + 1	0	0	0 = 1 + Ep
VIII S	Ep	1	1	0 = 2 + Ep
IX S	0	1	1	0 = 2
X S	0	0	0	1 = 1
XI S	0	0	0	1 = 1
XII S	0	0	0	0 = 0
XIII S	0	0	0	0 = 0
	3 Ep + 1	+ 2	+ 2	2 = 7 + 3 Ep.

Von den zahlreichen, dem Landaufenthalt angepassten und zur Luftathmung befähigten Brachyurengattungen bewahren die Grapsoiden entweder die volle Kiemenzahl (Grapsus) oder verlieren doch nur die Arthrobranchie des zweiten Kieferfusssegmentes (Cyclograpsus, Sesarma). Wie sich in dieser Hinsicht Gecarcinus (ruricola) verhält, habe ich leider bei dem Mangel der Untersuchungsobjecte nicht bestimmen können.

Dagegen wird bei den Sandkrabben, Ocypoda und Gelasimus, auch noch die letzte Pleurobranchie vermisst. Ferner erscheint hier die Epipodialkieme des dritten Kieferfusses ebenso wie die zu dieser Gliedmasse gehörige vordere Arthrobranchie überaus schmächtig, die erstere fast rudimentär.

Die Kiemenformel für Ocypoda (arcuata) würde demnach folgende sein:

	a	b	c	c′
VI S	Ep	0	0	0 = Ep
VII S	Ep + 1	0	0	0 = 1 + Ep
VIII S	Ep + 1 (Kieme sehr klein)	1 (klein)	1	0 = 3 + Ep
IX S	0	1	1	0 = 2
X S	0	0	0	1 = 1
XI S	0	0	0	0 = 0
XII S	0	0	0	0 = 0
XIII S	0	0	0	0 = 0
	3 Ep + 2	+ 2	+ 2	+ 1 = 7 + 3 Ep.

Ausser der bekannten, von Fr. Müller näher beschriebenen Oeffnung, welche sich zwischen den Beinen des dritten und vierten Paares findet und zur Einfuhr von Luft in die Kiemenhöhle dienen soll, verdient noch eine zweite, bisher, so viel ich weiss,

unbekannt gebliebene Einrichtung in der vordern Region der Kiemenhöhle unsere Beachtung. Das Basalstück des dritten Epipoditen ist nämlich zu einem dicken, an der obern gewölbten Fläche mit kurzen Härchen dichtbesetzten Polster umgebildet. Die hintere Seite desselben erscheint glatt, etwas concav ausgebuchtet und setzt sich in die breite flache Geissel fort, welche die normale Lage zwischen der hinteren Arthrobranchie des Kieferfusses und der vordern des ersten Gehfusses einhält. Die untere ventrale Fläche des Polsters ist eben und gleitet bei der Bewegung über der ebenfalls flachen, scheibenförmigen Oberseite des Basalgliedes des Scheerenfusses hin (Fig. 62). Wie bei zahlreichen anderen Krabben ist der Vorderrand dieser Scheibe mit einem dichten Borstenkamm besetzt. Da die Geisseln der drei Kieferfüsse in Grösse und Gestaltung keine wesentlichen Abweichungen zeigen, so ist kaum zu bezweifeln, dass die Circulation des Wassers in der Kiemenhöhle normal verläuft. Dagegen muss das dichte Haarpolster am Eingang der Kiemenhöhle den raschen Abfluss des Wassers oberhalb des exopodialen Maxillaranhangs behindern und das aufgenommene Wasser in der Kiemenhöhle zurückhalten. Die Wirkung dieses mächtigen mit dichtstehenden Haaren bürstenförmig besetzten Polsters dürfte demnach eine ähnliche sein, wie die der mäandrinenähnlich verschlungenen Höhlungen in den oberen Schlundknochen der Labyrinthfische. Indem durch dieselbe aber auch die respiratorische Strömung des Wassers bedeutend herabgesetzt wird, erklärt es sich, dass das Thier nicht ohne Luftaufnahme in die Kiemenhöhle existiren kann, vielmehr ohne dieselbe bald in einen asphyktischen Zustand geräth und „im Wasser kaum einen Tag sich lebend erhalten“ [1]) kann.

De Haan hat zu den Ocypodiden (als Untergattungen von Ocypoda) auch die Gattungen Chasmagnathus, Cardisoma, Uca gestellt, welche von M. Edwards mit Gecarcinus in der Familie der Gecarciniden vereinigt wurden.

Was Cardisoma anbelangt, so verhält sich diese durch die ausserordentliche Höhe des aufgetriebenen Schalengewölbes ausgezeichnete Form nach Zahl und Gestaltung der Kiemen und Epipoditen im Wesentlichen normal, dagegen fällt am oberen Theile der Kiemenhöhle ein grosser Nebenraum auf, dessen Medialwand eine feine durch Faltung des zarten Integuments bedingte Streifung zeigt. Bei Uca, wo diese Nebenhöhle

[1]) Fr. Müller, Für Darwin l. c., pag. 22.

die mächtige Vorwölbung rechts und links am Vorderrande des Panzers erfüllt, fehlen die beiden Podobranchien. Dagegen ist die aus 5 Arthrobranchien und 2 Pleurobranchien bestehende Kiemenpyramide normal gestaltet. Die zum zweiten Kieferfusse gehörige Arthrobranchie bleibt jedoch winzig klein und liegt ziemlich versteckt, auch die beiden nachfolgenden Arthrobranchien des dritten Kieferfusses erscheinen verhältnissmässig klein.

Eine sehr tiefgreifende Reduction des Kiemenapparates findet sich in der Familie der Pinnotheriden. Bei der Gattung Pinnotheres besteht die Kiemenpyramide lediglich aus drei sehr grossen Kiemen, der hinteren Arthrobranchie des dritten Kieferfusses und den beiden Arthrobranchien des nachfolgenden scheerentragenden Beinpaares. Von Pleurobranchien und Podobranchien findet sich kein Ueberrest. Der erste und dritte Epipodit bewahren im Allgemeinen das normale Verhalten, jener erscheint kaum merklich verkürzt, dieser durch die relative Grösse des basalen Abschnittes ausgezeichnet. Von dem mittleren Epipoditen dagegen habe ich keine Reste nachweisen können.

Die Kiemenformel von Pinnotheres (pisum) ist folgende:

	a	b	c	c′	
VI S	Ep	0	0	0 =	Ep
VII S	0	0	0	0 =	
VIII S	Ep	0	1	0 = 1 +	Ep
IX S	0	1	1	0 = 2	
X S	0	0	0	0 =	
XI S	0	0	0	0 =	
XII S	0	0	0	0 =	
XIII S	0	0	0	0 =	
	2 Ep	+ 1	+ 2	= 3 +	2 Ep

Die mit Pinnotheres verwandte Gattung Hymenosoma (orbiculare) besitzt auch noch die Pleurobranchie des zweiten Gehfusssegmentes, so dass die Kiemenpyramide jederseits aus vier Kiemen gebildet wird. Aehnlich verhält sich Myctiris, auch hier bleiben die nämlichen wenngleich kürzeren und nicht in Form einer Pyramide zusammengedrängten vier Kiemen zurück, als bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit fällt aber die paukenfellähnliche Gestalt des basalen Abschnittes des dritten Epipoditen auf.

Von den zu den Oxystomata gestellten Familien dürften die der Froschkrabben oder Raniniden und die in mancher

Hinsicht an diese anschliessenden Leucosiiden ein hervorragendes Interesse beanspruchen. In beiden Fällen erscheint die vordere Eingangsöffnung am dritten Maxillarfusspaar verschlossen, und das Wasser tritt durch eine weiter hinten gelegene Spalte der Kiemenhöhle ein.

Bei Ranina, wo das Wasser nach M. Edwards unter der Basis des Hinterleibes eintreten soll, wahrscheinlich aber, wie bei manchen Grapsoideen beim Heben der hintern Panzerregion durch die Randspalte des Panzers selbst eingeführt werden dürfte, ist der Kiemenapparat vollzählig. Sowohl die beiden relativ grossen Podobranchien als die sieben Kiemen der Pyramide erscheinen normal entwickelt. Dagegen fehlt der Epipodit des dritten Kieferfusses, ein treffender Beleg für die Richtigkeit der über die Function dieses Anhangs ausgesprochenen Ansicht. Die beiden andern Epipoditen, welche die Bewegung des in der Kiemenhöhle eingetretenen Wassers zu erhalten haben, sind in verkürzter und verbreiterter Form erhalten. (Vergl. Acanthocaris.)

Bei den Leucosiiden reducirt sich der Kiemenapparat durch Wegfall der Podobranchie und Arthrobranchie des zweiten Kieferfusssegmentes, so wenigstens bei Ilia nucleus, deren Eingangs-Oeffnung in die Kiemenhöhle zwischen dem ersten und zweiten Beinpaare liegt. Nach hinten ist hier die Kiemenhöhle mit Hülfe eines Randwulstes, der sich oberhalb der Beininsertionen hinzieht, fest geschlossen. Von den drei Epipoditen hat sich nur der des ersten Kieferfusses normal erhalten, der zweite ist ebenso wie der dritte ganz rudimentär geworden, die Function des letztern eben mit der Rückwärtsverlegung der Eingangsöffnung aufgehoben worden.

Die Kiemenformel von Ilia (nucleus) ist demnach folgende:

	a	b	c	c′	
VI S	Ep	0	0	0 =	Ep
VII S	Epr	0	0	0 =	Epr
VIII S	Epr	1	1	0 = 2 +	Epr
IX S	0	1	1	0 = 2	
X S	0	0	0	1 = 1	
XI S	0	0	0	1 = 1	
XII S	0	0	0	0 = 0	
XIII S	0	0	0	0 = 0	
	Ep + 2 Epr	+ 2	+ 2	+ 2 = 6 +	Ep + 2 Epr

Ueber das Verhältniss von Nebalia zu den Malakostraken.

Bekanntlich war es Milne Edward's[1]), durch dessen Autorität die Stellung der Gattung Nebalia, als nächste Verwandte von Apus, zu den Phyllopoden zur Geltung gelangte, der Ansicht der Autoren gegenüber, welche dieselbe Form als Malakostraken betrachtet hatten. Obwohl Kröyer[2]) einige Jahre später eine viel gründlichere Darstellung über Nebalia veröffentlichte, gelang es doch erst E. Metschnikoff[3]) durch den Nachweis einer Chitinbewaffnung des Kaumagens, wie sie bei keinem wahren Phyllopoden zu finden ist, die Zugehörigkeit der Nebalia zu den Phyllopoden in Frage zu stellen. An Metschnikoff's Beobachtungen anschliessend, habe ich es versucht, auf Grund einer eingehenden Vergleichung des gesammten Baues[4]), der äusseren Körperanhänge und der bis dahin nicht näher gekannten inneren Organisation[5]) den Nachweis zu liefern, dass Nebalia den Malakostraken sehr nahe steht. Ich glaube schon in der erstern, vornehmlich die äussere Gestaltung des Körpers und seine Gliedmassen berücksichtigenden Arbeit die Thatsache über allen Zweifel festgestellt zu haben, dass Nebalia kein Phyllopod ist. Im Grunde bleiben lediglich die schalenförmige Hautduplicatur und die Aehnlichkeit der Brustbeine mit Phyllopodenfüssen, sowie das Schwanzende als Phyllopoden-Charaktere zurück, denen jedoch umsoweniger eine tiefere Bedeutung beigelegt werden konnte, als die Gestaltung der Schalenduplicatur überhaupt nicht auf die Phyllopoden beschränkt war, sich vielmehr auch von den Stammformen der Malakostraken aus in einzelnen Fällen (Euphausia)[6]) bei den letzteren erhalten hat, die Beinform aber, wie ich zeigen konnte, zwischen Phyllopoden- und Schizopodenbein die Mitte hält.

---

[1]) M. Edwards: Mémoire sur quelques Crustacés nouveaux. Ann. sc. nat., 1. Sér., Tom. XIII, 1827; 2. Sér., Tom. III, 1835.

[2]) H. Kröyer: Nebalia bipes. Fabr., Naturhist. Tidskrift, N. R., Tom. II, 1849

[3]) E. Metschnikoff: Sitzungsberichte der Naturforscherversammlung zu Hannover, 1865, p. 218.

[4]) C. Claus: Ueber den Bau und die systematische Stellung von Nebalia Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Tom. XXII, Taf. XXV, 1872.

[5]) Derselbe: Crustaceensystem, l. c. 1876, p. 24—31, Taf. XV.

[6]) C. Claus: Crustaceensystem, p. 9, Taf. 1. An der Schalenumhüllung der Euphausialarve kehrt sogar jederseits die vordere, für so zahlreiche Ostracoden charakteristische Einbuchtung wieder, und weist mit vielem anderen darauf hin, „dass wir den Malakostrakenpanzer und die Schalenbildungen der Entomostraken von dem gleichen Ausgangspunkte abzuleiten haben".

Beide Antennenpaare verhalten sich wie die entsprechenden Gliedmassen von Cumaceen, beziehungsweise Amphipoden; noch auffallender erweisen sich Mandibeln und Maxillen als Malakostrakenkiefer, jene durch den Besitz des dreigliedrigen Palpus, welcher bei keinem Phyllopoden vorkommt, diese durch die fussähnliche Gestaltung und Tasterbildung, wie sie in ähnlicher Weise in verschiedenen Malakostrakentypen, dagegen in keinem einzigen Falle bei den durch ganz rudimentäre Maxillen charakterisirten Phyllopoden auftreten. Bezüglich der lamellösen Brustgliedmassen bemerkte ich schon damals, „dass ihre vermeintliche Uebereinstimmung mit den Phyllopodenfüssen zu der irrthümlichen Ansicht von der Phyllopodennatur der Nebalia Anlass gegeben habe", während sie sich thatsächlich den Spaltfüssen der Podophthalmen in dem Masse annähern, „dass wir sämmtliche Theile und Abschnitte dieser am Nebaliafusse vertreten finden". Am Phyllopodenfusse ist die durch Lappenfortsätze vorbereitete Gliederung mannigfachen Variationen ausgesetzt und der Zahl nach in keinem Falle der Art fixirt, dass wir dieselbe zur Ableitung sämmtlicher Glieder des Schizopodenbeines verwenden können.

Am Nebaliabeine unterscheiden wir dagegen als wohlabgesetzte Abschnitte den zweigliedrigen Schaft mit der Branchiallamelle oder Epipodialplatte, „welche morphologisch dem scheibenförmigen Anhange der fünf Greiffüsse der Stomatopoden, sowie dem Kiemenanhang der Amphipoden, Schizopoden und Decapoden entspricht", und der lamellösen Platte am zweiten Gliede, welche wir „als den äusseren Nebenast oder Schwimmfussast der Schizopodenfüsse wiederkennen", sowie „den fünfgliedrigen Hauptast" [1]) als die in der Verlängerung des Stammes gelegene Stammreihe der Glieder, die nach der üblichen Bezeichnung dem Endopoditen entspricht.

In der inneren Organisation entfernt sich Nebalia noch weiter

[1]) Auf diese klare, jede Missdeutung ausschliessende Zurückführung sucht Boas den Schein einer nicht stichhaltigen Begründung zu werfen, indem er meint, auch jeder Phyllopodenfuss hätte in gleicher Weise zur Ableitung benützt werden können, zumal der einzige, an den Rumpffüssen der Nebalia ausgesprochene Malakostraken-Charakter, die Siebengliedrigkeit des Endopodites, die allerdings bei keinem Phyllopodenfusse mit derselben Deutlichkeit hervortrete, von mir nicht besonders hervorgehoben sei. Der Leser wird jedoch sofort erkennen, dass in meiner Darstellung gerade auf diese sieben Glieder, die zwei Glieder des Basalabschnittes und die fünf Glieder des Hauptastes das Hauptgewicht gelegt wurde, und dass sich der von Boas benützte Sophismus auf die Bezeichnung „Endopodit" stützt, deren ich mich nicht bedient habe und die ich auch jetzt in einem anderen Sinne als gleichwerthig mit dem fünfgliedrigen inneren oder Hauptaste anwende.

von den Phyllopoden und schliesst sich den Malakostraken und unter diesen ganz besonders den Mysideen an. Sowohl die Bauchganglienkette, welche anstatt der strickleiterförmigen, für die Phyllopoden charakteristischen Gestaltung eine stark zusammengedrängte Anordnung der Ganglien zeigt, als die Chitinbewaffnung des Muskelmagens, die langgestreckten Leberschläuche (ein vorderes und zwei nach hinten gerichtete Paare) entsprechen durchaus den homologen Organen der Mysideen, während zwei schlauchförmige Drüsen des hinteren Darmabschnittes an ähnliche Anhänge von Amphipoden (Orchestia) und Brachyuren erinnern. Dazu kommt das Verhalten der Antennendrüse, die bekanntlich bei den Phyllopoden frühzeitig rückgebildet wird, hier aber in gleicher Weise wie bei den Amphipoden, Mysideen und Decapoden persistirt, das Mysideen ähnliche, wenngleich eigenthümlich modificirte Rückengefäss und die mit den Malakostraken übereinstimmende Lage der männlichen Geschlechtsöffnung am Coxalglied des achten Beinpaares. Und diesem Nachweise gegenüber, wie er bereits in meinen Untersuchungen über das Crustaceensystem eingehend geführt wurde, tritt neuerdings wiederum Boas, ohne selbst Untersuchungen über Nebalia angestellt zu haben, mit der Behauptung auf, dass es ziemlich willkürlich erscheine, ob man dieselbe unter die Malakostraken oder unter die Phyllopoden einrangire und dass es ihm am meisten angemessen erscheine, dieselbe den Phyllopoden einzuverleiben, da sie unter den Malakostraken, welche sonst ein im hohen Grade abgerundetes Ganzes darstellen, etwas fremdartig erscheinen würde. Allerdings hat Boas, um diese Behauptung zu rechtfertigen, es verstanden, alle die hervorgehobenen Eigenthümlichkeiten der Organisation einfach zu ignoriren und unter ausschliesslicher Berücksichtigung von Schalenform und Fussgestaltung das Fremdartige in dem Verhalten des Abdomens und seiner Endigungsweise in den Vordergrund zu stellen. Anstatt auch jene seinen Lesern vorzuführen, beziehungsweise ihren Werth als Malakostraken-Charaktere zu widerlegen, begnügt er sich bei einer ganz flüchtigen Kenntniss des Nebaliabaues damit, in einer Anmerkung darauf hinzuweisen, Nebalia sei von mir „etwas einseitig als Malakostrak in Anspruch genommen“, und seien die von mir für diese Ansicht vorgebrachten Gründe[1]) nicht immer stichhaltig“. So unbestreitbar nun

[1]) Als solcher wird denn der Besitz gestielter Augen angeführt. Als wenn ich auf diesen Charakter, welchen ich in der ersten Arbeit ganz beiläufig mit Rücksicht auf das Vorwiegen der Podophthalmen unter den Malakostraken erwähnte, in Wahrheit einen grössern Werth hätte legen können, der ich ja selbst die überein-

aber durch meine frühere Darlegung die Zugehörigkeit der Nebalia zu den Phyllopoden widerlegt worden war, so hatte ich es andererseits mit Rücksicht auf die dem Malakostrakentypus nicht streng einfügbaren Besonderheiten des Nebalialeibes, auf die grössere Zahl von Hinterleibssegmenten und die Gestalt des Schwanzendes, wohl vermieden, Nebalia schlechthin als Malakostraken in Anspruch zu nehmen, vielmehr wurde dieselbe im Anschluss an die alten paläozoischen, freilich wenig bekannten Crustaceen, wie Ceratiocaris, Dictyocaris, Dithyrocaris, Peltocaris, Hymenocaris, welche bisher auch wegen der irrthümlichen Deutung der Nebalia als Phyllopoden betrachtet waren, „als ein in die Jetztwelt hineinreichendes Verbindungsglied“ mit den Malakostraken betrachtet und der Vorstellung Ausdruck gegeben, „dass in der alten, vielleicht antipaläozoischen Gruppe von Crustaceen, aus welchen sowohl die echten Malakostraken als Nebalia hervorgegangen sind, die Zahl der Hinterleibssegmente eine schwankende noch nicht fixirte“ war. Dieser Auffassung entsprechend hatte ich die Charaktere dieser Stammformen oder Urmalakostraken bestimmter zu präcisiren versucht (Crustaceensystem, p. 23, 24) und über Nebalia mich in folgender Weise ausgesprochen: „Wenn ich schon bei einer früheren Gelegenheit, von einem anderen Ideengange geleitet, zu der Ueberzeugung gelangte, dass Nebalia neben den leider so unzureichend bekannten paläozoischen Formen, wie Hymenocaris, Peltocaris etc. für das Verständniss des Malakostrakenstammes überaus bedeutungsvoll sei und einem Gliede aus einer sehr alten Crustaceengruppe entspreche, welches allein den grossen Kampf siegreich bestanden und in die Jetztwelt hinein sich gerettet hat, so werde ich nunmehr von einem ganz anderen Gesichtspunkte aus, indem ich mir die Anforderungen vergegenwärtige, welche wohl an die muthmassliche Stammgruppe der Malakostraken zu stellen sein dürften, in dieser Auffassung bestärkt.

stimmende Entstehungweise der Augenstiele von Branchipus und der Zoëa als sich abgliedernde Seitenstücke des Kopfes beschrieben und die Ansicht vertreten habe, dass die Sitzaugen der Edriophthalmen auf unterbliebene Abgliederung der mehr oder minder stielartig erhobenen Seitenaugen zurückzuführen seien. Vergl. C. Claus: Crustaceensystem, p. 74: „Wenn ich oben wahrscheinlich zu machen suchte, dass die beweglichen Stielaugen der Podophthalmen genau dieselben Gebilde sind, welche wir in den beweglichen Augen von Nebalia und Branchipus beobachten, so folgt, dass der Ursprung der ersteren auch phylogenetisch in die Urphyllopodenreihe zurückreicht und bereits die Stammform der Malakostraken ein bewegliches Augenpaar, etwa wie Nebalia, trug.“

Eine Reihe von Eigenschaften, die wir für diese Stammgruppe voraussetzen, finden wir ziemlich vollständig an Nebalia wieder, in anderen Charakteren freilich ergeben sich merkliche Differenzen, die indessen vielleicht nicht höher als die Unterschiede verschiedener Unterordnungen und Familien anzuschlagen sein dürften.“ Nebalia wurde somit als ein dem Malakostrakenstamme nahestehender Typus in Anspruch genommen, als Repräsentant einer Gruppe, für die ich später die Bezeichnung „Leptostraken“ in Anwendung brachte. Unabhängig von mir hat auch Packard[1]) die übrigens schon von Salter angedeuteten Beziehungen von Nebalia zu den alten paläozoischen Crustaceenresten erkannt und dann, auf die Ergebnisse meiner Untersuchungen über Bau und Organisation jener Gattung gestützt, diese von den Phyllopoden durchaus verschiedene Crustaceen-Abtheilung unter der Bezeichnung „Phyllocariden“ [2]) in zutreffender Weise charakterisirt. Wie es nach allen diesen Arbeiten der dänische Autor fertig brachte, die antiquirte Auffassung von der Phyllopodennatur der Nebalia wieder aufzunehmen und unter Ignorirung aller wesentlichen Ergebnisse neuerer Forschung sowie unter Entstellung des thatsächlichen Sachverhaltes, seinen flüchtigen Bemerkungen den Schein der wissenschaftlichen Neuheit zu geben, das mag er vor seinen Lesern verantworten, die er in einer deutschen Zeitschrift vom Werthe der morphologischen Jahrbücher mit solchen Studien zu belehren versuchte.

Natürlich erscheint es nach Massgabe des zur Zeit vorliegenden empirischen Materiales unmöglich, die Stellung scharf zu bestimmen, welche den Leptostraken neben den jetzt lebenden Malakostraken anzuweisen ist, theils wegen der unvollständigen Kenntniss der fossilen Ceratiocariden, deren Vertreter selbst wieder nach verschiedenen Richtungen auseinanderweichen und in ihren Beziehungen zu Nebalia nicht ausreichend zu erforschen sind, theils mit Rücksicht auf die Werthschätzung der Besonderheiten, welche die hintere Körperregion der Leptostraken mit ihrer grösseren Segmentzahl und mit ihrem eigenthümlichem Schwanzende auszeichnen.

Hält man die Sechszahl der Abdominalsegmente mit ihren sechs Gliedmassenpaaren und der analen Telsonplatte für den

[1]) A. S. Packard: The Nebaliad Crustacea as types of a new order Phyllocarida. American Naturalist, XIV, 1879; Ann. Mag. Nat. Hist., London 1880.

[2]) A. S. Packard: The order Phyllocarida and its Systematic Position. A Monograph of north American Phyllopod Crustacea. Washington 1883, p. 432—452.

Malakostrakenbegriff für entscheidend, so wird man die Leptostraken trotz ihrer sonst so ausserordentlich grossen Uebereinstimmung mit lebenden Malakostraken ausschliessen müssen. Beurtheilt man den Werth jener Merkmale als minder schwerwiegend, so liegt kein Grund vor, dem etwas erweiterten Malakostrakenbegriff unsere Crustaceengruppe einzufügen. Und in der That erscheint mir die letztere Auffassung als die naturgemässe. Schon die mannigfachen Modificationen und Vereinfachungen, welche der Hinterleib in verschiedenen Malakostrakengruppen erfährt, weisen darauf hin, dass diese Körperregion bedeutenden Abänderungen unterworfen war, deren obere Grenze auf Grund des erfahrungsmässig gewonnenen Materiales zwar in der bekannten Umgrenzung festgestellt wird, jedoch mit dieser nicht als absolut sicher bestimmt sein dürfte.

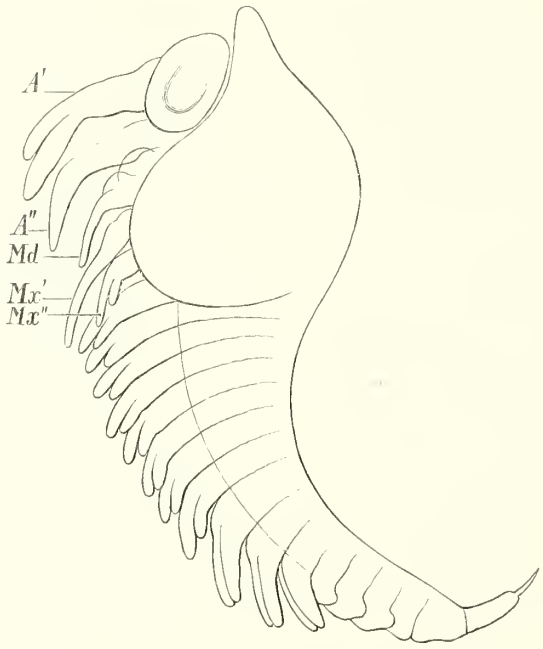
Der relative Werth dieser Grenzbestimmung dürfte nicht nur durch den Vergleich mit ähnlichen Abänderungen, welchen die hintere Rumpfregion in anderen Thierkreisen ausgesetzt ist (Archaeopteryx, Vögel, Säugethiere), wahrscheinlich gemacht, sondern durch einige bisher nicht näher gewürdigte Eigenthümlichkeiten, welche am Abdomen lebender Malakostraken auftreten, in's rechte Licht gestellt werden. Als solche bislang unverstandene Abnormitäten führe ich die beiden beweglichen Seitenstacheln am Telson der Euphausiden und die Sonderung des sechsten Abdominalsegments von Gnathophausia in zwei Segmente an. Die ersteren [1]) sind offenbar ganz dieselben Bildungen, wie die zwei grossen Stacheln, welche am unpaaren Schwanzstachel der fossilen Gattungen Ceratiocaris und Dithyrocaris vorkommen und in vermehrter Zahl am Leibesende der noch älteren Gattungen Hymenocaris und Peltocaris wiederkehren. Möglicherweise haben die beweglich eingefügten stachelförmigen Anhänge die Bedeutung vereinfachter Gliedmassen, deren Zahl in der hintern Leibesregion eine grössere war. Damit würde sehr wohl die von mir bereits früher ausgesprochene Zurückführung des Telsons auf ein indifferentes, aus mehreren Segmenten zusammengezogenes, beziehungsweise in diese nicht weiter abgegliedertes Terminalstück des Rumpfes im Einklang stehen. Und nun die Abgliederung des sechsten Abdominalsegmentes bei Gnathophausia, würde sie nicht mit Rücksicht auf das Hinterleibsende von Nebalia den Schluss gestatten, dass die beiden hinteren Segmente, von denen das letzte die Fächeranhänge trägt, als

[1]) Vergl. C. Claus: Schizopodenlarven l. c. pag. 449 und 451, Fig. 43.

Glieder eines dem Telson entsprechenden Stückes zusammengehören, welche nicht mehr die Bedeutung wahrer Segmente haben? Bei Gnathophausia scheint der Theilung des sechsten Abdominalsegmentes keineswegs die Verdoppelung der Ganglien parallel zu gehen, und es dürften auch hier nur sechs Abdominalganglien vorhanden sein. In gleicher Weise ist auch bei Nebalia die Zahl der Hinterleibsganglien keine grössere als bei den lebenden Malakostraken. Ebensowenig aber wie das Telson besitzen die beiden letzten Schwanz-Segmente der Nebalia gesonderte Ganglien und sind auch deshalb nur als Ringe eines jenem Hinterleibsstücke entsprechenden Abschnittes aufzufassen.

Die Entwicklung von Nebalia, über welche wir durch die Beobachtungen Metschnikoff's einige Kenntniss erhalten haben, verläuft bekanntlich innerhalb der Eihüllen und liefert keine bemerkenswerthen Anhaltspunkte zur Beurtheilung der systematischen Stellung. Von Interesse ist der Nachweis eines Nauplius-stadiums, welches jedoch keinen weiteren Rückschluss als den auf die Crustaceennatur überhaupt gestattet. Allerdings glaubte Metschnikoff in der stark abgekürzten embryonalen Entwicklung, welche an die der Mysideen erinnert, ein Zoëastadium gefunden zu haben. Existirte ein solches, so würde damit für die Malakostrakennatur der Nebalia ein so gewichtiges Zeugniss aufgebracht sein, dass die vorausgeschickten Betrachtungen hätten entfallen können. Indessen habe ich früher dargethan, dass jenes Stadium keineswegs als Zoëa aufgefasst werden kann, da die Zahl der Gliedmassenpaare, die überdies bei den verschiedenen Zoëen eine wechselnde ist, an sich ohne eine Reihe weiterer Charaktere nichts beweist und mit gleichem Rechte auch die dem jüngsten Cyclopsstadium entsprechenden Embryonen parasitischer Copepoden als Zoëa formen gedeutet werden könnten. In Wahrheit entspricht daher Nebalia, um mich Balfour's Bezeichnungsweise zu bedienen, einer praezoëalen Form, und gleiches dürfte für die palaeozoischen Gattungen Geltung haben. Von den späteren Embryonalstadien verdient unsere besondere Beachtung das letzte, dem Ausschlüpfen vorausgehende, in welchem der bereits vollzählig segmentirte und mit allen Gliedmassen versehene Leib eine noch auffallend kurze Schildanlage besitzt. Von den Gliedmassen des Abdomens sind die drei vorderen zweiästig, die drei hinteren noch einfache Stummel, so dass wir an den Gegensatz der drei vorderen und der drei hinteren Pleopodenpaare

der Amphipoden erinnert werden. Das vierte Pleopodenpaar wird erst später nach dem Ausschlüpfen der Jugendform zweiästig, während die beiden hinteren Paare einfach bleiben. Die Integumentduplicatur, welche noch bis zum zweiten Brustsegment reicht, besitzt etwa einen Umfang, wie wir ihn uns in der phylogenetischen Entwicklung bei denjenigen Malakostraken vorstellen müssen, welche sich von der Thoracostrakenreihe abzweigend, den Stamm



Eben ausgeschlüpfte Nebalia-Larve.
A' Erste Antenne. *A''* Zweite Antenne. *Md* Mandibel. *Mx'* Erste Maxille. *Mx''* Zweite Maxille.

der Arthrostraken begründeten. Eine Verschmelzung der Schildduplicatur mit den betreffenden Segmenten bei eventuell unterbliebener Abgliederung des Augenabschnittes würde zur Begrenzung einer Region führen, welche dem sogenannten Kopfe der Arthrostraken gleichwerthig wäre.

Die Bedeutung der Zoëa und des Nauplius.

Bekanntlich hat Fr. Müller in seiner interessanten Schrift „Für Darwin" den Versuch gemacht, die in allen Entomostrakenordnungen auftretende und auch bei Malakostraken wiederkehrende Naupliuslarve als Ausgangspunkt des Crustaceenstammes zu verwerthen und als ontogenetisch erhaltenes Abbild des Urahnen aller Crustaceen nachzuweisen. Diese durch eine überaus geschickte, geistreiche Darstellung unterstützte Auffassung fand unter den Zoologen ziemlich ungetheilte Aufnahme, auf welche wohl die begeisterte Anerkennung seitens E. Haeckel's nicht ohne Einfluss gewesen sein dürfte. Man hielt seitdem den Nauplius für den allen Krebsen gemeinsamen Stammtypus und stellte sich vor, dass eine ähnliche Form ursprünglich als selbständige Gattung existirt und durch divergente Entwicklung im Laufe grosser Zeiträume zur Entstehung der verschiedenen Crustaceengruppen geführt habe. Eine ähnliche Vorstellung knüpfte man an die vielen Malakostraken eigenthümliche Zoëalarve, auf welche E. Haeckel eine hypothetische Stammgattung der Zoëapoden zur Ableitung der Malakostraken gründete, während A. Dohrn [1]) die Zoëa-Larve sogar als Zwischenglied in der Stammesentwicklung der Phyllopoden in Anspruch nahm, von denen es ihm unzweifelhaft schien, dass sie die Decapoden, Stomatopoden, Edriophthalmen so gut wie die Cladoceren, Ostracoden, Copepoden und Cirripedien hervorgebildet haben. Ich selbst habe später für die Zoëa [2]), wie ich glaube, mit überzeugenden Gründen den Irrthum dieser Auffassung aufgedeckt und zu beweisen versucht, dass der so überaus polymorphen Zoëa keine phyletische Bedeutung beizulegen ist, dass dieselbe vielmehr eine secundär entstandene Larvenform repräsentirt, in deren Organismus später erworbene Charaktere zurückverlegt und der Zeit ihres Auftretens nach in mehrfachen Variationen verschoben wurden. Auch die der Zoëa vorausgehende, in einzelnen Fällen (Euphausia, Penaeus, Sergestes) in freier Larvenform auftretende, meist jedoch, wie das Naupliusstadium, in das Embryonalleben zurückgedrängte Protozoëa — mit kurz segmentirtem Thorax, aber noch ungegliedertem Abdomen — konnte nicht als phyletische Ahnenform, beziehungsweise Repräsentant einer Stammgruppe anerkannt werden, sondern wurde in gleicher Weise auf einen noch weiter zurückreichenden, minder variirenden

[1]) A. Dohrn: Geschichte des Krebsstammes. Jen. Zeitschrift, Tom. VI, pag. 49.
[2]) C. Claus: Crustaceensystem, l. c. pag. 7—16, 33 etc.

Larventypus zurückgeführt. Die mannigfachen Abänderungen, nach denen in Körperform und Gliedmassenzahl die Zoëen der Krabben, Garneelen, Euphausiden und Stomatopoden auseinander weichen, konnten erst nach Abzweigung der verschiedenen Malakostrakengruppen vom Hauptaste secundär entstanden sein. Gegen diese Deutung der Zoëa als rein cänogenetische Larvenform hat Balfour den Einwand erhoben, dass mit Hilfe derselben die merkwürdige Erscheinung des Verlustes und späteren Wiederersatzes von Anhängen (Mandibulartaster, Brustbeine von Squilla und Sergestes) keine Erklärung fände, und daher die Annahme substituirt, dass eine secundäre spätere Ahnenform mit reducirtem Thorax und theilweise oder ganz geschwundenen Gliedmassen desselben existirt habe. Indessen wurde bereits durch Paul Mayer [1]) die Wahrscheinlichkeit der Balfour'schen Annahme besonders durch den Hinweis auf die Penaeuslarve zurückgewiesen, neben welcher in gleicher Weise auch die Euphausiden-Metamorphose herangezogen werden kann. Immerhin mag im phylogenetischen Verlauf der Malakostrakenentwicklung eine Verkürzung der Brustringe im Vergleiche zu den Segmenten des Hinterleibes stattgefunden haben, wie sie bereits so auffallend am Nebalialeibe bemerkbar ist.

Uebrigens glaube ich die Richtigkeit meiner Auffassung durch die Untersuchung der Organisation des Zoëaleibes neuerdings [2]) erhärtet zu haben, insbesondere durch den Nachweis der Ganglien in der scheinbar fehlenden, in Wahrheit nur verkürzten Brustregion, sowie der complicirten, mit dem ausgebildeten Zustand im Wesentlichen übereinstimmenden Gestaltung des Herzens und Gefässsystems, welche kaum anders als durch ontogenetisch frühzeitiges Auftreten phylogenetisch spät erworbener Charaktere zu erklären sein dürfte. Nunmehr erscheint auch der Gegensatz der verschiedenen Zoëaformen der Schizopoden und Decapoden zur sogenannten Zoëa der Stomatopoden viel schärfer, so dass man letztere mit jenen kaum mehr unter der gleichen Bezeichnung zusammenzufassen, sondern als wesentlich differente Larvenform vielleicht unter der von Paul Mayer vorgeschlagenen Bezeichnung Pseudozoëa trennen dürfte.

Schon meine früheren, durch neuere Untersuchungen durch-

[1]) Paul Mayer: Carcinologische Mittheilungen. IX. Mittheilungen aus der zoologischen Station zu Neapel Tom. II, 1880, pag. 217.

[2]) C. Claus: Zur Kenntniss der Kreislaufsorgane der Schizopoden und Decapoden. Arbeiten aus dem zoologischen Institute etc. Wien, Tom. V, 1884.

aus bestätigten Ansichten über die Bedeutung der Zoëa und der Protozoëa hätten auch den phyletischen Werth des Nauplius in Zweifel stellen oder wenigstens zu einer näheren Prüfung der Nauplius-Frage Anlass geben müssen, zumal im Hinblick auf den offenbaren Widerspruch, welcher zwischen der durch die Organisation und Entwicklungsweise gestützten Ableitung der Protostraken von Anneliden und der Annahme der Naupliaden als Stammgruppe jener besteht. Wenn ich es damals versäumte, diese Frage überhaupt aufzuwerfen, so vermag ich diese Unterlassung [1]) lediglich durch den Einfluss zu erklären und zu entschuldigen, welchen Müller's so geistreich vorgetragene Lehre, verstärkt durch die überschwängliche Lobpreisung in Haeckel's Schriften, auszuüben vermochte. Dagegen hat Hatschek [2]), welcher unbefangenen Blickes die Consequenzen aus seinen entwicklungsgeschichtlichen Studien über Anneliden auf die Arthropoden zog, zuerst auf den Widerspruch hingewiesen und die Bedeutung des Nauplius als Stammform der Crustaceen mit Recht in Zweifel gezogen.

Sind die genetischen Beziehungen zwischen Anneliden und Arthropoden mit Rücksicht auf die Metamerie des Leibes, auf die gleichen Vorgänge der Sonderung von Metameren am hinteren Körperabschnitte des wachsenden Thieres, die allgemeine Uebereinstimmung auch im inneren Bau, insbesondere des Gehirns und der Ganglienkette, der Segmentalorgane (Peripatus), Schalendrüse, Antennendrüse, der Gliedmassen und Parapodien unabweisbar, so folgt, dass wir uns als Stammform der Protostraken einen vielgliedrigen annelidenähnlichen Organismus mit beginnenden Arthropodencharakteren vornehmlich in der Extremitätengestaltung vorzustellen haben. Der gedrungene Naupliuskörper würde alsdann eine veränderte Larvenform des Annelidenstammes mit übertragenen Arthropodencharakteren wiederholen. Ich selbst [3]) habe

[1]) Interessant ist in dieser Hinsicht die Wendung, welche die Naupliusfrage in Balfour's vergleichender Embryologie, Capitel „Phylogenie der Crustaceen", erfahren hat. Balfour hält zwar die Bedeutung des Nauplius als Stammform der Crustaceen aufrecht, legt jedoch dem reconstruirten Naupliusvorfahren einen segmentirten Hinterkörper mit einfachen zweiästigen Anhängen, hierauf ein Brustschild und Herz bei und gibt demselben somit eine protophyllopodenähnliche Gestaltung.

[2]) B. Hatschek: Studien über die Entwicklungsgeschichte der Anneliden, pag. 111 und 112. Arbeiten aus dem zoologischen Institute der Universität Wien, etc. Tom. I, 1878. Auch Hatschek hat freilich irrthümlich Phyllopoden und Urphyllopoden nicht auseinandergehalten.

[3]) C. Claus: Grundzüge der Zoologie. 4. Auflage, 1880, pag. 518.

auch nicht gezögert, die Parallele zwischen Nauplius und einer durch das Auftreten eines Rumpfsegmentes bereits über das Trochophorastadium hinaus vorgeschrittenen Annelidenlarve zu ziehen, und auch A. Dohrn[1]) ist der gleichen Auffassung und hat die Nauplustheorie gänzlich aufgegeben.

Mit Recht hat Hatschek hervorgehoben, dass wir — bei der auf die Organisation und Entwicklung gestützten Ableitung der Arthropoden von Anneliden — unter jenen entsprechende, wenn auch modificirte Entwicklungsstadien von Anneliden zu erwarten haben und demnach die Larven der Arthropoden auf Annelidenlarven zurückführen müssen. Wollen wir in diesem Sinne den Nauplius auf ein Stadium der Annelidenentwicklung beziehen, so haben wir als solches nicht die Trochophora, sondern ein späteres aus derselben hervorgegangenes Stadium in's Auge zu fassen, in welchem am Rumpfe bereits Metameren gesondert waren. Denn wenn auch die Naupliusform äusserlich ungegliedert ist, so besitzt doch schon der Körpertheil, an welchem die zweiästigen Extremitäten entspringen, den Werth von Metameren, denen noch ein indifferenter Rumpftheil folgt, aus welchem sich mit der fortschreitenden Entwicklung neue Metameren abgliedern. Nur in diesem Sinne und aus diesem Grunde konnte ich Hatschek nicht beistimmen, wenn er den Nauplius als eine noch ungegliederte Form betrachtete und daher unmittelbar auf die Trochophora zurückzuführen suchte. In den beiden zweiästigen Gliedmassen aber erkennen wir gleichartige segmentale Gebilde, und während die vordere zur Sinnesantenne werdende Extremität auf den als Fühler sprossenden Anhang der Annelidenlarve zu beziehen ist, dürften jene als modificirte Parapodien ableitbar sein. Nun treten aber am Kopftheil der Annelidenlarve und der gewöhnlich als Mundsegment bezeichneten Region derselben, so viel mir bekannt, niemals Parapodien auf, es fragt sich demnach, ob wir die entsprechende Region des Nauplius auf jene unmittelbar beziehen dürfen, wie ich es früher that, und ob wir sie nicht richtiger, da die entsprechende Region der Trochophora trotz des Vorhandenseins einer Kopfniere nicht als erstes Metamer betrachtet werden kann, als das erste emporgerückte und mit jener vereinigte Rumpfmetamer, die der Mandibulargliedmasse aber als zweites Rumpfmetamer aufzufassen haben. Der Vergleich der Antennendrüse mit der Kopfniere würde deshalb noch keineswegs hinfällig werden, da ja auch der

[1]) A. Dohrn: Die Pantopoden des Golfes von Neapel etc. Leipzig 1881, pag. 86.

orale Abschnitt der Trochophora neben dem ersten Metamer des Rumpfes in jene Region mit einbezogen gedacht wird. Eine solche Deutung des Naupliuskörpers würde dem gegenwärtigen Stande unserer Erfahrungen, wie mir scheint, am meisten entsprechen.

Die Verwandtschafts-Beziehungen der Malakostrakengruppen.

Die Frage nach dem Ursprunge der verschiedenen, grossentheils als Ordnungen coordinirten Malakostrakengruppen wurde bislang wohl mit Rücksicht auf die grossen Schwierigkeiten, welche einer befriedigenden Beantwortung derselben entgegenstehen, nur in allgemeinen Umrissen und wenig eingehend behandelt. In der That überzeugt uns eine nähere Ueberlegung bald, wie wenig es auf Grundlage der derzeit vorliegenden Erfahrungen möglich ist, mit Sicherheit den Weg zu bestimmen, auf welchem sich die Stomatopoden, Cumaceen, Schizopoden, Isopoden, Amphipoden, Decapoden als Abzweigungen an dem gemeinsamen, von den Protostraken aus entstandenen und durch mannigfache Beziehungen mit den Phyllopoden verbundenem Stamme der Urmalakostraken gesondert haben. Noch immer scheint mir das, was ich über diese Frage in meiner Arbeit über das Crustaceensystem (pag. 71—74) ausgesprochen habe, dem Stande unseres Wissens angemessen und für jede speciellere Speculation als Ausgang verwendbar zu sein.

Wenn wir die genannten Malakostrakengruppen ihrer näheren und besonderen Verwandtschaft nach ordnen, werden wir dieselben zunächst in zwei Reihen bringen, für welche die Systematik schon längst die Abtheilungen der Arthrostraken oder Edriophthalmen und Thoracostraken oder Podophthalmen aufgestellt hat. Dass die in den Benennungen verwertheten Charaktere der Panzerbildung und Augenform Uebergangszustände und Ausnahmsfälle zulassen, wird selbstverständlich von jedem, welcher die Bedeutung der systematischen Kategorien zu beurtheilen versteht, nicht als Grund herangezogen werden, um den Gegensatz beider Formenreihen überhaupt in Frage zu stellen. In der einen Reihe, die sich in ihren Endgliedern zu der höheren Organisationsstufe erhebt, sehen wir die Schalenduplicatur der Stammgruppe erhalten und zur Bildung eines mit den Brustsegmenten verwachsenen Schalenpanzers umgestaltet, während in der anderen, auf eine geringere Grösse und dem entsprechend einfachere Organisation beschränkten Reihe die Panzerduplicatur geschwunden oder doch nur in geringen Resten erhalten ist,

demnach die Brustsegmente als freie, relativ umfangreiche Ringe hervortreten. Offenbar hat dieser den Bezeichnungen Thoracostraken und Arthrostraken zu Grunde liegende Unterschied für die zahlreichen übrigen Besonderheiten der Organisation die grösste Bedeutung und bedingt auch den am meisten auffallenden Charakter, dem gegenüber der so ziemlich parallel gehende Gegensatz in der Augenform, dem die Namen Podophthalmen und Edriophthalmen entlehnt sind, eine geringere Bedeutung zukommt. Die Stielaugen und Sitzaugen der Malakostraken sind zudem morphologisch gleichwerthige Gebilde, und letztere aus den ersteren in der Weise abzuleiten, dass die stielförmige Verlängerung und später folgende Abgliederung des seitlichen, das Auge einschliessenden Kopftheiles unterblieb, eine Zurückführung, aus welcher die Nothwendigkeit resultirt, für die Urmalakostraken [1]) bereits den Besitz eines beweglichen Augenpaares vorauszusetzen.

Unter den Malakostraken nehmen die Stomatopoden sowohl ihrer äusseren Merkmale, als ihrer inneren Organisation und Entwicklung nach eine so separate Stellung ein, dass man dieselben auf einen frühzeitig getrennten Zweig [2]) zurückzuführen berechtigt ist. Offenbar haben sich in der Stomatopodengruppe einige ursprüngliche Charaktere, wie insbesondere das vielkammerige Rückengefäss, die Verbindung der Schalenduplicatur am Rücken [3])

[1]) Vergl. C. Claus: Crustaceensystem, p. 74. Boas gedenkt dieser meiner Zurückführung mit keinem Worte und erörtert die Frage mit Bezug auf Nebalia und Branchipus in einer Weise, dass jeder mit der Literatur nicht näher Vertraute (Boas, l. c. p. 538) die Folgerungen dieses Autors für neu halten muss, zumal dieselben zur Widerlegung der „allgemein verbreiteten Anschauung, dass die Hedriophthalmen eine niedrige, ursprüngliche Stellung unter den Malacostraken einnehmen", verwerthet werden. Ebenso überraschend wie diese den Standpunkt des Autors bezeichnende Fiction der „allgemein verbreiteten Anschauung" ist auch die Widerlegung der letzteren. Hat Herr Boas denn nicht Alles das, was er über die sitzenden Augen und den Mangel der Schilduplicatur vorbringt, auch in meinen Untersuchungen über das Crustaceensystem gefunden, in welchen den Edriophthalmen eine von der ursprünglichen recht entfernte Stellung angewiesen wird, zumal bei der Vorstellung einer früher durchlaufenen Metamorphose mittelst Zoëa-ähnlicher Larvenzustände! Und weiss er nicht, dass sich auch Balfour dieser Ansicht angeschlossen hat, wenn er die Edriophthalmen postzoëale Formen nennt!

[2]) Vergl. C. Claus: Crustaceensystem, l. c. p. 19.

[3]) Wenn Boas als besonders bemerkenswerthen Fund hervorhebt, dass bei Gonodactylus und Squilla eine kurze selbständige Dorsalpartie vorhanden und bei Squilla noch eine sechste Dorsalpartie, welche vor den fünf anderen Platz hat, so beweist er damit, dass er meine Arbeiten über die Squillametamorphose und das Crustaceensystem gar nicht gelesen hat; er hätte sonst doch wissen müssen, dass diese Frage bereits längst dahin erledigt worden, dass bei „den Squilliden die

der vorderen Brustregion erhalten, während eine Reihe von Eigenschaften als eigenthümliche Specialisirungen erst später erworben sein dürften. Zu diesen zähle ich neben den Besonderheiten der Gliedmassenform vornehmlich die Gestaltung des Darmcanales mit seinen zahlreichen Leberanhängen und die Lage der Geschlechtsorgane. Die auffallenden Eigenthümlichkeiten der Larvenentwicklung, in welcher an Stelle der Protozoëa erichthoïde Stadien mit fünf spaltästigen Brustfüssen, mit acht Brustsegmenten und ungegliedertem Abdomen der Zoëa-ähnlichen Pseudozoëa vorausgehen, sind wohl auch theilweise als erworbene zu betrachten, während die unveränderte Reihenfolge in der Sprossung der Gliedmassen sowie die Segmentirung (Abdomen) auf ursprüngliche Verhältnisse zurückweist. Von besonderem Interesse ist die Gestaltung der Leberschläuche am Darm der erichthoiden Larven, indem dieselbe mit der Leberanlage sowohl von Nebalia als der Mysideen im Wesentlichen übereinstimmt und auf die primitive Leberform des Malakostrakenstammes, als jederseits aus einem ventralen und einem, beziehungsweise zwei dorsalen Schläuchen bestehend, zurückschliessen lässt.

Wie an dem von den Protostraken ausgehenden Stamme der Crustaceen die Phyllopoden unter den sich abzweigenden Hauptästen eine mehr centrale Stellung einnehmen und von den ursprünglichen Verhältnissen sich am wenigsten entfernen, so gebührt eine ähnliche Stellung am Hauptast der Malakostraken den Schizopoden, welche die Eigenschaften jener zwar auch nach verschiedenen Richtungen bedeutend verändert, aber doch in dem gesammten Habitus und in der Gestaltung der Extremitäten manches Ursprüngliche bewahrt haben dürften. Jedenfalls waren es spaltfussige, noch mit freier Schale und Stielaugen versehene Malakostrakentypen, von denen sich nicht nur die Podophthalmengruppen, sondern auch die Edriophthalmen, und zwar nach bereits eingetretenem zur Zoëa form führenden Abänderungsprocess der Larvenentwicklung abzweigten. Wir würden diese alten spaltfüssigen Malakostrakentypen von den gegenwärtig lebenden nach verschiedenen Richtungen specialisirten Schizopodengruppen als Urschizopoden zu unterscheiden haben.

In jenem Sinne konnte ich bereits früher [1]) als wahrscheinlich

ganze Region des Kieferfusses vom Rückenschilde getrennt bleibt und das Segment des ersten Kieferfusses unterhalb der Schildplatte in die Innenlamelle derselben übergeht". Claus l. c. p. 53.

[1]) C. Claus, Crustaceensystem l. c. pag. 72.

hinstellen, dass „ähnliche Larven, wie wir sie in der sogenannten Protozoëa der Euphausia sehen, einst auch den Stammeltern der Edriophthalmen zugehört haben", dass bei diesen mit der weiteren Fortbildung die Brustfüsse, an welchen sich bei den Euphausialarven die Endopoditen viel früher als die Exopoditen ausbilden, ihre Expoditen verloren haben, und „die Panzerbildung auf die Segmente des Kopfes und vorderen Maxillarfusses beschränkt wurde, während die sieben nachfolgenden Segmente des Mittelleibes ohne wesentliche Reduction ihres ursprünglichen Umfanges zu der für die Edriophthalmen charakteristischen Gliederung des Thorax führten." Mit diesen Anschauungen steht es in vollem Einklange, wenn, ähnlich wie bei den Zoëen, auch bei Tanais die den Fächergliedmassen der Schizopoden entsprechenden Uropoden lange Zeit vor der Sprossung der vorausgehenden Pleopodenpaare hervorwachsen, wenn bei den Asseln das letzte Thoracalfusspaar erst nachträglich im freien Leben gebildet wird, wenn ferner die Scheerenasseln eine rudimentäre Schalenduplicatur mit Athemraum bewahrt haben, und bei der Gattung Apseudes sogar die Exopoditen zweier Brustfusspaare als Hilfsorgane zur Regulirung des respiratorischen Wasserstromes erhalten bleiben. Die Abzweigung der Edriophthalmen mochte demnach durch Schizopoden- ähnliche Malakostrakentypen vermittelt worden sein, welche noch ein vielkammeriges, den Thorax und das Abdomen durchsetzendes Herz und relativ umfangreiche, aus der reducirten Schalenduplicatur hervorstehende Brustsegmente besassen. Wir müssen weiter voraussetzen, dass an diesen Stammformen der Edriophthalmen die Tendenz obwaltete, den Hauptast der Brustbeine unter Rückbildung des hinfällig werdenden Exopoditen zu einem Greif-, Kriech- oder Gehfuss umzugestalten, sowie die von den Augen erfüllten Seitenerhebungen des Kopfes rückzubilden. Das Herz derselben konnte nicht wie das der Schizopoden auf den Thorax beschränkt sein, da bei einer Reihe von Descendenten, den Isopoden, das Herz in das Abdomen hineinreicht, beziehungsweise vornehmlich im Hinterleibe seine Lage findet. Wir haben daher von der Supposition eines sehr langen Herzens auszugehen, welches den Mittelleib und Hinterleib der Edriophthalmen-Ahnen durchsetzte und in den nach den verschiedenen Richtungen zu den Anisopoden, Isopoden und Amphipoden sich entwickelnden Nachkommen den einen oder anderen Abschnitt zur Rückbildung brachte. Eine andere Erklärung wird sich schwerlich finden lassen, da die Annahme, dass ein ursprünglich auf die Brustregion beschränktes Herz zum grossen Theil oder

vollständig in das Abdomen rücken könne, jeder morphologischen Basis entbehrt. Dagegen sprechen für die später eingetretene Reduction eines ursprünglich langgestreckten, Thorax und Abdomen durchsetzenden Rückengefässes die nicht nur nach Lage, sondern auch in ihrem Bau divergirenden Modificationen des Edriophthalmenherzens, an welchen kammerartige Abschnitte ohne Spaltöffnungen vorhanden sein (Amphipoden) und Ostien unsymmetrisch, bald rechts, bald links, obliterirt sein können (Isopoden). Offenbar haben sich die Tanaiden, beziehungsweise Anisopoden wie wir jene nach dem Vorgange der Autoren bezeichnen können, von den noch mit Schalenduplicatur und Spaltfüssen versehenen Edriophthalmen-Ahnen, welche an ihrer hinteren Antenne einen Nebenast und an ihrer vorderen Maxille einen, wenn auch bereits reducirten, nach hinten gerichteten Taster trugen (Nebalia, Tanaiden, Cumaceen, Gnathophausia) in vielen Charakteren am wenigsten entfernt, repräsentiren aber immerhin einen besonderen, den Isopoden zunächst stehenden Zweig und können nicht etwa als Urahnen dieser, beziehungsweise zugleich als Stammeltern der Amphipoden betrachtet oder gar mit diesen letzteren in engerem Verbande vereinigt werden. [1])

Für die Ableitung des Edriophthalmenzweiges von Schizopoden-ähnlichen Vorfahren spricht aber auch die Existenz fossiler Crustaceenreste, die, soweit der unzureichende Zustand der Erhaltung eine Vergleichung gestattet, den Eindruck machen, als repräsentirten sie solche von der Theorie geforderte Verbindungsglieder. Ich sprach mich über diese Frage in einer früheren Arbeit [2]) folgendermassen aus: „In dem paläozoischen Uronectes (Gampsonyx) fimbriatus glaubt man z. B. eine Zwischenform von Podophthalmen und Edriophthalmen vor sich zu haben, da der schizopodenähnliche Habitus durch die Reduction des Schildes und die freie Lage sämmtlicher Segmente des Mittelleibes gestört wird, der letztere Charakter aber die Gliederung der Arthrostraken zur Erscheinung bringt. Ja es scheint sogar, als ob über diese hinaus auch das erste Segment des Mittelleibes (Segment des ersten Kieferfusses) vom Kopfschilde gesondert sei, was umsomehr Beachtung verdient, als ich ja auch für die Schizopoden (Euphausia) und Decapoden (Penaeus, Sergestes) den Nachweis geführt habe, dass im frühen Larvenleben sämmtliche

[1]) Gerstaecker in Bronn's Classen und Ordnungen des Thierreiches. Tom. V, 2., p. 188.

[2]) Vergl. C. Claus: Crustaceensystem, p. 103.

Segmente des Mittelleibes vom Schilde unbedeckt frei liegen, und dass dieser auch hier wie die Schale der Entomostraken aus einer Duplicatur der Maxillarregion entstanden ist. Erst allmälig dehnt sich die Duplicatur dieses Segmentes auch in der ontogenetischen Entwicklung von vorne nach hinten über die verkürzten Thoracalsegmente aus, und so kommt es zur Bildung des Kopfbrustpanzers, der bei den Decapoden meist sämmtliche Segmente, zuweilen freilich auch unter Ausschluss des letzten Brustringes, überkleidet."

Hätte Boas diese wie viele andere meiner Ausführungen über das Crustaceensystem nicht völlig ignorirt, sondern zu verstehen und ihrem Inhalte nach zu würdigen versucht, so würde er schwerlich in seinen Betrachtungen über die Verwandtschafts-Beziehungen der Edriophthalmen von der „allgemein verbreiteten Anschauung" haben ausgehen können, „dass die Hedriophthalmen eine niedrige, ursprüngliche Stellung unter den Malacostraken einnehmen", noch weniger aber als Ergebniss seiner Studien die Behauptung aufgestellt haben, dass Mysideen-artige, den primitiveren Gattungen Petalophthalmus und Boreomysis nahe verwandte Formen die Stammeltern derselben gewesen, und dass es „überhaupt nur ganz vereinzelte Momente verbieten, die Isopoden direct von der Mysideengruppe abzuleiten".[1]) Handelt es sich bei den Stammformen um Schizopoden-ähnliche Typen, so wäre damit meinen früheren Ableitungen gegenüber nichts Neues gesagt. Dagegen wird von Boas der Schizopodenbegriff überhaupt aufgehoben und die bestimmte Specialisirung der Mysideen den Lophogastriden und Euphausiden gegenüber als Ausgangspunkt verwerthet.

Dass ein solches Resultat lediglich der Anwendung verkehrter Principien seine Möglichkeit verdankt, konnte für den mit dem Organismus der einschlägigen Crustaceengruppen Vertrauten von vornherein nicht zweifelhaft sein. Da sind es denn zunächst die vom Basalgliede der Brustbeine bei Mysideen und Edriophthalmen entspringenden Brutplatten, auf deren übereinstimmenden Besitz der höchste Werth gelegt wird, und im Anschlusse an dieselben die übereinstimmende Entwicklung der Mysideen und Isopoden, welche zum Beweis der nahen Verwandtschaft dienen soll. Der Umstand, dass das Asellus-Junge, ebenso wie das von Mysis, das Ei als madenförmiger, nach oben gekrümmter Nauplius verlässt, welcher ausser Stande ist, ein selbständiges Dasein zu führen,

[1]) Boas: l. c. p. 545, 547.

und dass dasselbe in beiden Fällen erst dann die Bruthöhle verlässt, wenn die morphologische Gestaltung des Erwachsenen nahezu erreicht ist, gestattet aber nur den Schluss, dass hier wie dort im Zusammenhang mit der Vergrösserung des Dottermaterials und dem Auftreten eines geschützten Brutraumes die ursprüngliche freie Metamorphose secundär in convergenter Vereinfachung zu einer abgekürzten directen Entwicklung zusammengezogen wurde. Die Gemeinsamkeit des ähnlich gestalteten Nauplius beweist thatsächlich für die engere Verwandtschaft der Mysideen und Isopoden nicht das geringste, wie andererseits die Verwendung homologer Elemente zur Bildung des Brutraumes keinen anderen Schluss gestattet, als dass jene Gebilde von den Stammformen beider vererbt sind, dass sie wahrscheinlich ursprünglich eine andere Bedeutung hatten und erst mit der Vereinfachung des Entwicklungsprocesses zu diesem Gebrauche umgestaltet wurden. Ich habe aber bereits zu zeigen versucht, dass es sich um die Epipodialanhänge handelt, welche wir an den Brustbeinen der Malakostraken-Vorfahren anzunehmen haben, und dass somit das Vorhandensein von Brutplatten in beiden Gruppen auf gemeinsame Anlagen weit älteren Ursprungs zurückzuführen ist.

Aber auch die mancherlei Uebereinstimmungen, welche ein näherer Vergleich der Extremitäten, insbesondere der Mundgliedmassen, zwischen Mysideen und Isopoden erkennen lässt, konnten ebensowenig jenen Schluss rechtfertigen, indem dieselben nur auf gemeinsame Züge entfernter Vorfahren zurückweisen oder als convergente Abänderungen zu erklären sind. Wenn wir sehen, dass Eigenthümlichkeiten an Zahn- und Kaufortsätzen der Mysideen-Mandibel bei Isopoden wiederkehren, während die Euphausiden durch die mehr unmittelbare Verbindung von schneidendem Fortsatz- und Mahlfortsatz in der Richtung der Decapoden abweichen, so stehen deshalb die Mysideen wegen der Mandibel noch keineswegs den Asseln näher als den Euphausiden, so wenig wie etwa das nagethierähnliche Gebiss von Phascolomys, Hyrax oder Chiromys die genetische Zusammengehörigkeit mit den Nagethieren, sondern nur eine gleiche convergente Entwicklung des Gebisses in verschiedenen Säugethiertypen beweist. Und Gleiches gilt von den Maxillen beider Paare und dem ersten Kieferfusse, deren Uebereinstimmungen immerhin lehrreich sein mögen, aber in jener Verwerthung nichts beweisen, sich überdies bei näherer Betrachtung (wie z. B. die zweite Maxille) als recht entfernte Aehnlichkeiten herausstellen.

Bei einer so unglücklichen Beurtheilung, welche das Verhältniss zwischen den Mysideen und Isopoden, wie überhaupt den Edriophthalmen, durch Boas erfährt, kann es kaum überraschen, wenn derselbe Autor die Verwandtschaft der Schizopoden zu den Decapoden gegenüber der herrschenden Vorstellung als „eine recht entfernte" bestimmt und nur eine oberflächliche Aehnlichkeit mit den anderen Decapoden anerkennt. Wenn aber auch nicht die lebenden Schizopodengruppen und am wenigsten die Mysideen direct als Decapoden-Ahnen betrachtet werden können, auch von keinem Autor in diesem Sinne aufgefasst worden sind, so sind doch gewiss die Thatsachen der Garneelmetamorphose für die unmittelbare Beziehung zu dem Schizopodentypus entscheidend, wie denn auch die nähere Vergleichung[1]) der Organisation, z. B. von Herz- und Gefässsystem, die nahe genetische Verwandtschaft in einer Weise erhärtet hat, dass die speciellen Gestaltungsverhältnisse etwa der Kiefer und Kieferfüsse, welche zudem bei den Mysideen, Lophogastriden und Euphausiden bedeutend abweichen, nicht in Frage kommen. Auch die Mysisstadien der verschiedenen Garneelfamilien bieten in dieser Beziehung untereinander und vom ausgebildeten Zustand manche, wenn auch minder weitgehende Abweichungen. Offenbar kann bei unbefangener Vergleichung der bekannten Form- und Organisationsverhältnisse der Decapoden mit denen der Schizopoden gar nicht in Frage kommen, dass jene von einem mehr indifferenten Schizopodentypus abzuleiten sind, dessen Descendenten einerseits unter allmäliger Vereinigung der freien[2]) Thoracalsegmente mit der Schalenduplicatur garneelartige Decapoden vorbereiteten, andererseits zu den specialisirten Schizopodengruppen der Euphausiden, Lophogastriden und Mysideen hinführten, welche nach verschiedenen

[1]) C. Claus: Zur Kenntniss der Kreislaufsorgane der Schizopoden und Decapoden. Arbeiten des zool. Institutes, Wien, Tom. V, 1884.

[2]) Dass auch bei den Mysideen, ähnlich wie bei den Tiefsee-Schizopoden, welch' letztere nach Willemoes-Suhm durch einen freien Schild und durch fünf mit dem Schilde nicht verwachsene Thoracalsegmente ausgezeichnet sind, der Schild nur mit den vorderen Brustringen verwachsen ist, habe ich früher bereits (Crustaceensystem, p. 53 und 104) gezeigt. „Auch in der Gattung Siriella bleiben sechs Segmente dauernd gesondert und bei allen Mysideen ist ein in grösserem oder geringerem Umfange freies Rückenschild erhalten." Boas (p. 546) glaubt indess erst durch seine vermeintlich neue Beobachtung von freien Brustsegmenten bei Mysis die Anschauung von Willemoes-Suhm hinfällig gemacht zu haben, nach welcher nur die Tiefseeformen einen freien Schild besässen.

Richtungen hin unter Bewahrung ursprünglicher Charaktere auseinanderwichen.

Die Euphausiden bewahrten die primitiveren Zustände der postembryonalen Entwicklung und ein mehr indifferentes Verhalten der Brustgliedmassen nebst Kiemenanhängen, während sie in der Gestaltung von Herz, Gefässsystem und Leber mit den Vorfahren der Garneelen übereinstimmend abänderten. Mit Rücksicht auf die grössere Verwandtschaft der Organisation, die auch in der modificirten Euphausiden-Zoëa zum Ausdrucke kommt, steht diese Schizopodengruppe den Decapoden am nächsten.

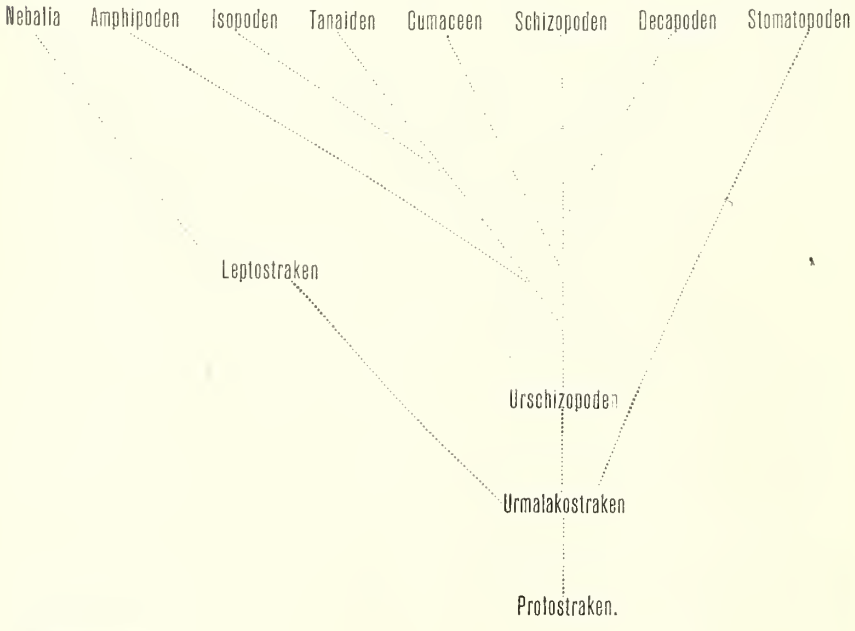
Die Lophogastriden[1]) (unter Einschluss der etwas abseits stehenden Gattung Chalaraspis) bewahrten die Kiemenanhänge an den Brustbeinen, welche sich im Allgemeinen ähnlich wie die der Mysideen specialisirten. Die Epipodialanhänge gestalteten sich im weiblichen Geschlechte als Brutblätter zur Bildung eines Brutraumes, und die Metamorphose wurde zu einer abgekürzten directen Entwicklung.

Die Mysideen verloren die Kiemenanhänge der Brustbeine, während die Epipodialanhänge im weiblichen Geschlechte dieselbe Verwendung zur Bildung eines Brutraumes fanden, und die Entwicklung in gleicher Weise zu einer abgekürzten directen sich umgestaltete. Die Organisation blieb im Allgemeinen der ursprünglichen genähert, das auf den Thorax beschränkte Rückengefäss behielt eine langgestreckte Form, vereinfachte sich aber durch den Verlust von Spaltöffnungen, von denen nur zwei Paare verblieben. Die Leber erfuhr nur geringe, nach den Gattungen jedoch etwas verschiedene Abänderungen von der primären Form, indem sich das vordere und die beiden hinteren Paare (ein ventrales und

[1]) Leider ist über die inneren Organe nichts Näheres bekannt. Es wäre interessant zu erfahren, ob Leber, Herz und Gefässsystem Euphausiden ähnlich oder mehr mit den Mysideen übereinstimmend sich verhalten, denen sie im besonderen Bau der Kiefer und Beine viel näher stehen. Man charakterisirt gewöhnlich die Leber der Mysideen nach dem Vorgange von G. O. Sars durch den Besitz von zehn kurzen Schläuchen; indessen ist diese Angabe lediglich auf die Untersuchung der Gattung Mysis gegründet. Nach meinen Beobachtungen kommen jedoch nicht unbedeutende und für die einzelnen Gattungen charakteristische Verschiedenheiten vor. Siriella besitzt z. B. nur 3 Paare von Schläuchen, ein kurzes vorderes und zwei lange hintere, zeigt somit ein recht primitives Verhalten, das übrigens bei manchen Garneelzoëen wiederkehrt und erst im Laufe der Entwicklung durch Bildung secundärer Ausstülpungen weitere Complicationen gewinnt. So lässt sich für die Leber der Makruren der gleiche Ausgangspunkt nachweisen, auf den sich auch die Leberlappen der Krabbenzoëen zurückführen lassen. (Vergl. C. Claus: Zur Kenntniss der Kreislaufsorgane der Schizopoden und Decapoden l. c. Fig. 1, 30, 49, 59.)

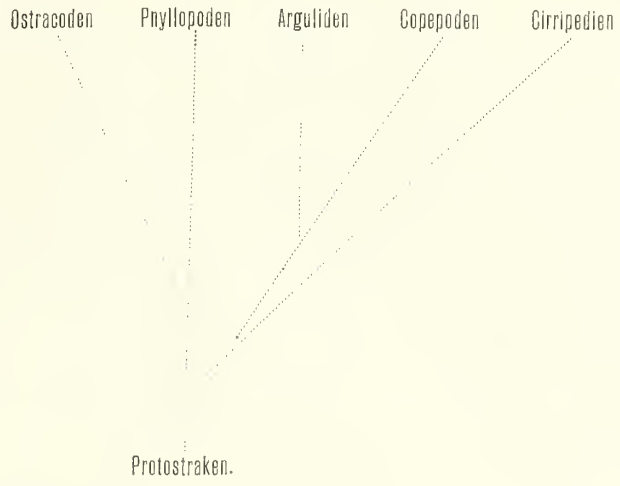
dorsales) von Schläuchen erhielten und nur ein oder zwei Paare von secundären Ausstülpungen entwickelten.

Ueber die Cumaceen oder Diastyliden, deren Verwandtschaft mit den Mysideen schon lange Zeit von verschiedenen Autoren betont wurde, hatte ich mich bereits früher dahin ausgesprochen, dass sie, „obwohl der Stielaugen entbehrend, in Bau und Gestaltung den Schizopoden sehr nahe stehen, durch die Combinationen ihrer Charaktere aber diese mit den Isopoden [1]) und den Edriophthalmen überhaupt in noch nähere Beziehung bringen". Die nähere Vergleichung der äusseren Körpergestalt, Mundwerkzeuge und Gliedmassen, sowie die innere Organisation und die Entwicklung konnte diese Auffassung nur bestätigen. Mit Rücksicht auf einige mit den Isopoden gemeinsame Charaktere werden wir annehmen dürfen, dass sie sich bald nach Abzweigung des Edriophthalmenstammes von den Urschizopoden gesondert haben, noch bevor sich Descendenten derselben zu garneelähnlichen Formen umgestalteten. Wir würden nach der vorausgeschickten Darlegung die genealogische Verwandtschaft der Malakostrakengruppen etwa durch das folgende Schema zum Ausdrucke bringen können:



[1]) Vergl. C. Claus: Crustaceensystem, p. 73.

Die Verwandtschaftsbeziehungen der Entomostrakengruppen, welche in meinen Untersuchungen über das Crustaceensystem eingehend besprochen wurden, dürften in folgendem Schema ihren Ausdruck finden:



Corrigenda.

Pag. 27, letzte Zeile setze statt (Fig. 20): (Fig. 21).

„ 32, 14. Zeile von oben statt „jüngerer“ „älterer“ Larven.

„ 49. In der Kiemenformel von Sicyonia ist für das VIII. Segment unrichtiger Weise ein Epipodit angegeben.

„ 60. In der Kiemenformel von Thalassina ist für das XIII. Segment unrichtiger Weise ein Epipodit angegeben.

„ 62. In der Kiemenformel von Callianassa muss es heissen statt $11 + Ep + r$: $11 + 2\,Ep + r$.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. I.

Fig. 1. Zweite Antenne der Protozoëa von Euphausia.

Fig. 2. Erstes Maxillenpaar von Apus cancriformis mit den Paragnathen-ähnlichen, median vereinigten Vorderlappen (L'). MxL Maxillarlade.

Fig. 3. Zweite Maxille desselben mit dem cylindrischen Anhang, an dessen Ende die Schalendrüse ausmündet. Oe Oeffnung des Drüsenganges, L Lade.

Fig. 4. Das vordere Maxillenpaar von Euphausia mit den die Paragnathen bildenden Basalladen (Pg) von der innern, dem Leibe zugewendeten Seite dargestellt. L untere Lade, Ss obere Lade, P Palpus, Exop Exopodit. Die eine Hälfte bei oberflächlicher, die andere Hälfte bei tiefer Einstellung.

Fig. 5. Die Maxille isolirt, a von der inneren, b von der äusseren (vom Körper abgewendeten) Seite dargestellt. L untere, Ls obere Lade.

Fig. 6. Die Maxille des zweiten Paares von Euphausia.

Fig. 7. Die zweite Maxille von Siriella, von der äusseren Seite dargestellt. Li innere (untere) Lade.

Fig. 8. Dieselbe von Mysis bahirensis. Ls die oberen Laden.

Fig. 9. Dieselbe von der inneren, dem Körper zugewendeten Seite dargestellt. Die oberen Laden theilweise verdeckt. Der Exopodit frei.

Fig. 10. Maxille des zweiten Paares von Squilla Desmarestii, am Aussenrand secundär gelappt. Li innere (untere) Lade.

Taf. II.

Fig. 11. Vordere Maxille einer Penaeidenlarve (Acetes ?). Ri Endopodit, Re Exopodit.

Fig. 12. Maxille des zweiten Paares derselben Larve.

Fig. 13. Vorderer Maxillarfuss derselben (erster Brustfuss).

Fig. 14. Maxillarfuss des zweiten Paares (zweiter Brustfuss).

Fig. 15. Vorderer Maxillarfuss der Euphausialarve (Protozoëastadium).

Fig. 16. Zweiter Maxillarfuss der Squillalarve. a erstes, b zweites Stammglied.

Fig. 17. Eine der drei nachfolgenden Brustbeine dieser Larve.

Fig. 18. Pleopod derselben.

Fig. 19. Spaltästiger Brustfuss einer ältern Squillalarve.

Fig. 20. Pleopod derselben.

Fig. 21. Vorderer Spaltfuss (erster Kieferfuss) von Acanthocaris im Metazoëastadium. L Ladenfortsatz am Basalglied a, b Stammglied, Ep Epipodialanhang.

Fig. 22. Zweiter Spaltfuss desselben (zweiter Kieferfuss).

Fig. 23. Die Gliedmassen dieser Larve mit den Kiemenanlagen, von denen sich drei Br' nicht weiter entwickeln und im Megalopastadium hinwegfallen dürften. Vergl. Fig. 53.

Taf. III.

Fig. 24. Rechtsseitige Kiemenanlagen einer Larve von Penaeus im Mysisstadium. a b c bezeichnen die Kiemen der distalen, mittleren und proximalen Reihe, die diesen Buchstaben vorausgesetzten Zahlen die Brustsegmente, denen die Kiemen

zugehören. L M ventraler Längsmuskel der rechten Seite, P^{I} P^{V} die Stammglieder der fünf Beinpaare, M x f^{I}—M x f^{III} die der Maxillarfüsse.

Fig. 25. Linksseitige Kiemenanlage einer älteren Penaeuslarve, unter schwacher Vergrösserung dargestellt. Es ist noch eine vierte mit C′ bezeichnete Knospenreihe hinzugekommen, die Anlagen von Huxley's Pleurobranchien. Buchstabenbezeichnung wie in Fig. 24.

Fig. 26. Die distalen Kiemenknospen an dem mittleren und hinteren Kieferfusse, sowie die beiden letzten Brustsegmente der Kiemen einer älteren Larve. (1) Coxalglied, (2) Stammglied der siebenten Brustgliedmasse a werden die Epipoditen mit den Podobranchien Pb. Pb Podobranchien-Anlagen an den Epipoditen, welch' letztere den Knospen a entsprochen.

Fig. 27. Vorderer Kieferfuss derselben Larve isolirt. (1) und (2) die beiden Grundglieder des Stammes, Coxalglied und Stammglied. Ri Innerer Ast (Endopodit), Re Aeusserer Ast (Exopodit), Ep Epipodit, c Kiemenschlauch.

Fig. 28. Kiemenapparat eines mittelgrossen Penaeus semisulcatus unter mässiger Lupenvergrösserung. Mx″Exp Exopodit, schwingende Platte der zweiten Maxille, Ep Epipodit, Exp Exopodit, die übrigen Buchstaben wie früher.

Fig. 29. Kiemenapparat von Stenopus spinosus unter mässiger Lupenvergrösserung.

Fig. 30. Kiemen von Sicyonia sculpta mässig vergrössert.

Fig. 31. Kiemen von Sergestes, stark vergrössert.

Taf. IV.

Fig. 32. Kiemenapparat einer Homaruslarve, stark vergrössert.

Fig. 33. Derselbe von Palaemon ornatus unter mässiger Lupenvergrösserung. Die Arthrobranchie 3b bedeckt die kleine Pleurobranchie dieses Segmentes.

Fig. 34. Kiemen von Lysmata seticauda mit den fünf als Gurtstangen fungirenden Epipoditen.

Fig. 35. Kiemenapparat von Atya scabra.

Fig. 36. Kiemen von Pasiphaea sivado. Die drei Kiemenfüsse, an denen keine Kiemen anfsitzen, sind nicht dargestellt.

Fig. 37. Kiemen von Pandalus narwal.

Fig. 38. Kiemen von Rhynchocinetes typicus.

Taf. V.

Fig. 39. Kiemen von Thalassina (spec.?) schwach vergrössert. Die Epipoditen des zweiten bis fünften Brustsegmentes tragen Podobranchien, die beiden nachfolgenden entbehren derselben.

Fig. 40. Hintere Arthrobranchie des siebenten Segmentes. a das Endstück derselben von der dem Körper zugewendeten Seite dargestellt, b dieselbe von der äusseren abgewendeten Seite dargestellt, stärker vergrössert.

Fig. 41. Kiemen von Callianassa (subterranea) unter mässiger Lupenvergrösserung.

Fig. 42. Callianassalarve im Mysisstadium vor dem Uebergang in die postlarvale Form. L Leber, S D_1 Schalendrüse, 1. Ep. Epipodit des ersten Maxillarfusses. Am Abdomen finden sich drei Pleopodenpaare von Segment 3 bis 5.

Fig. 43. Kiemen von Calocaris (Macandreae). Die Epipoditen der zweiten bis sechsten Brustgliedmasse tragen Podobranchien. Mässige Lupenvergrösserung.

Fig. 44. Kiemen von Calliaxis (adriatica). Basis der Epipoditen sehr lang gestreckt. Mässige Lupenvergrösserung.

Fig. 45. Kiemen und Extremitäten der Kopfbrustregion einer älteren Callianaxislarve im vorgeschrittenen Mysisstadium, wahrscheinlich unmittelbar vor dem Uebergang in die postlarvale Form, unter etwa 90facher Vergrösserung. Das jüngere Zoëastadium dieser Larve ist beschrieben und abgebildet im V. Bande der Arbeiten, pag. 302, Taf. XXVIII, Fig. 48—50.

Taf. VI.

Fig. 46. Kiemen von Galathea (squamifera). Es sind sechs Epipoditen vorhanden. Vor den vier Pleurobranchien 5 c'—8 c' sind die drei vorderen wenig umfangreich.

Fig. 47. Dritter Maxillarfuss mit Epipodit und zwei Arthrobranchien.

Fig. 48. Kiemen und Epipodit eines Gehfusses.

Fig. 49. Metazoëastadium von Galathea mit den Kiemenanlagen der Brustgliedmassen.

Fig. 50. Metazoëastadium von Pagurus.

Fig. 51. Kiemen von Birgus (latro).

Fig. 52. Dieselben von Albunea (symnista).

Taf. VII.

Fig. 53. Acanthocaris im Metazoëastadium, eine wahrscheinlich auf Ranina zu beziehende Krabbenlarve (Bengalen), von der Bauchseite aus dargestellt (näher beschrieben in Claus, Crustaceensystem, pag. 60, Taf. IX, Fig. 11—13). Vergl. Taf. II der vorliegenden Arbeit, Fig. 21—23.

Fig. 54. Kiemen von Homola. Der Epipodit des ersten Kieferfusses etwas dislocirt, so dass die Epipodialkieme des nachfolgenden Epipoditen zu Tage tritt. Die Zahlen 1, 2, 3 bezeichnen die Segmente der Gehfüsse.

Fig. 55. Kiemen von Dromia nach Entfernung des vorderen Kieferfusses und dessen Epipoditen. Die Segmente der beiden nachfolgenden Kieferfüsse nach vorne gezogen.

Fig. 55'. Erster Epipodit derselben Larve.

Fig. 55''. Dritter Epipodit derselben.

Fig. 56. Kiemen einer Krabben-Metazoëa.

Fig. 57. Kiemen von Portunus (depurator). Der Epipodit des ersten Kieferfusses etwas vorgezogen und zur Seite gelegt.

Fig. 58. Dieselben von Grapsus (varius) mit natürlicher Lage des vorderen Epipoditen.

Fig. 59. Zweiter Kieferfuss dieser Krabbe mit Epipodit, Epipodialkieme (2 a) und Arthrobranchie (2 b).

Fig. 60. Kiemen von Dorippe (lanata) nach Entfernung des ersten Maxillarfusses und dessen Epipoditen. Dritter Epipodit etwas vorgezogen.

Fig. 61. Kiemen von Ocypoda (arcuata) nach Entfernung des ersten Maxillarfusses und dessen Epipoditen.

Fig. 62. Der Epipodit des dritten Maxillarfusses.

Fig. 63. Kiemen von Ilia (nucleus).

Fig. 64. Kiemen von Pinnotheres (pisum). Der Epipodit des dritten Kieferfusses isolirt.

Fig. 65. Erster Kieferfuss und dessen Epipodit von Ranina.

Fig. 66. Zweiter Kieferfuss mit Epipodit und Kiemen (Epipodialkieme und Arthrobranchie) derselben Form.

Fig. 1.

Verlag v. Alfred Hölder, k.k. Hof-

Fig. 2

Fig. 3.

Fig. 8.

Fig. 7.

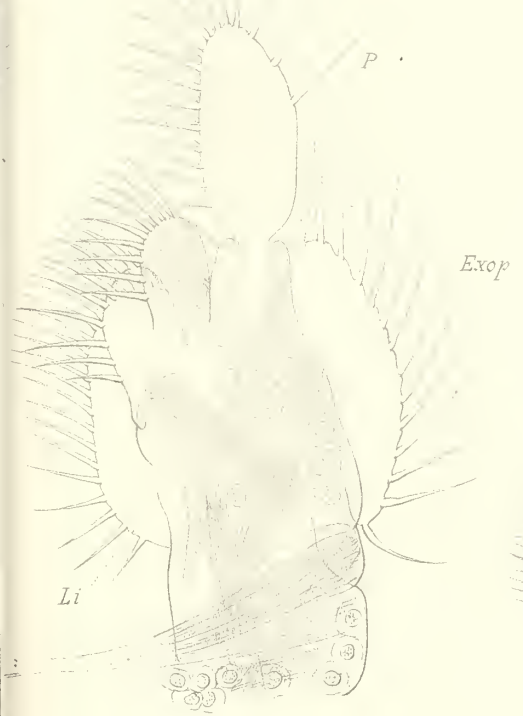
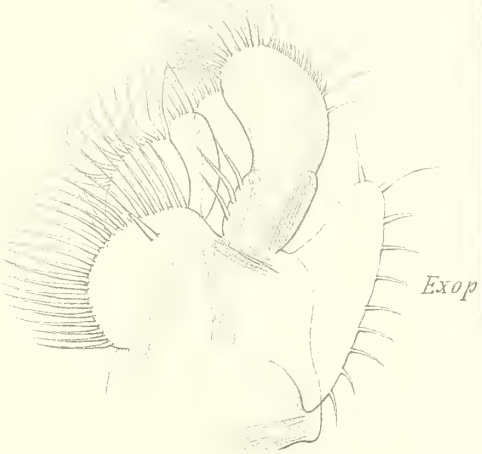
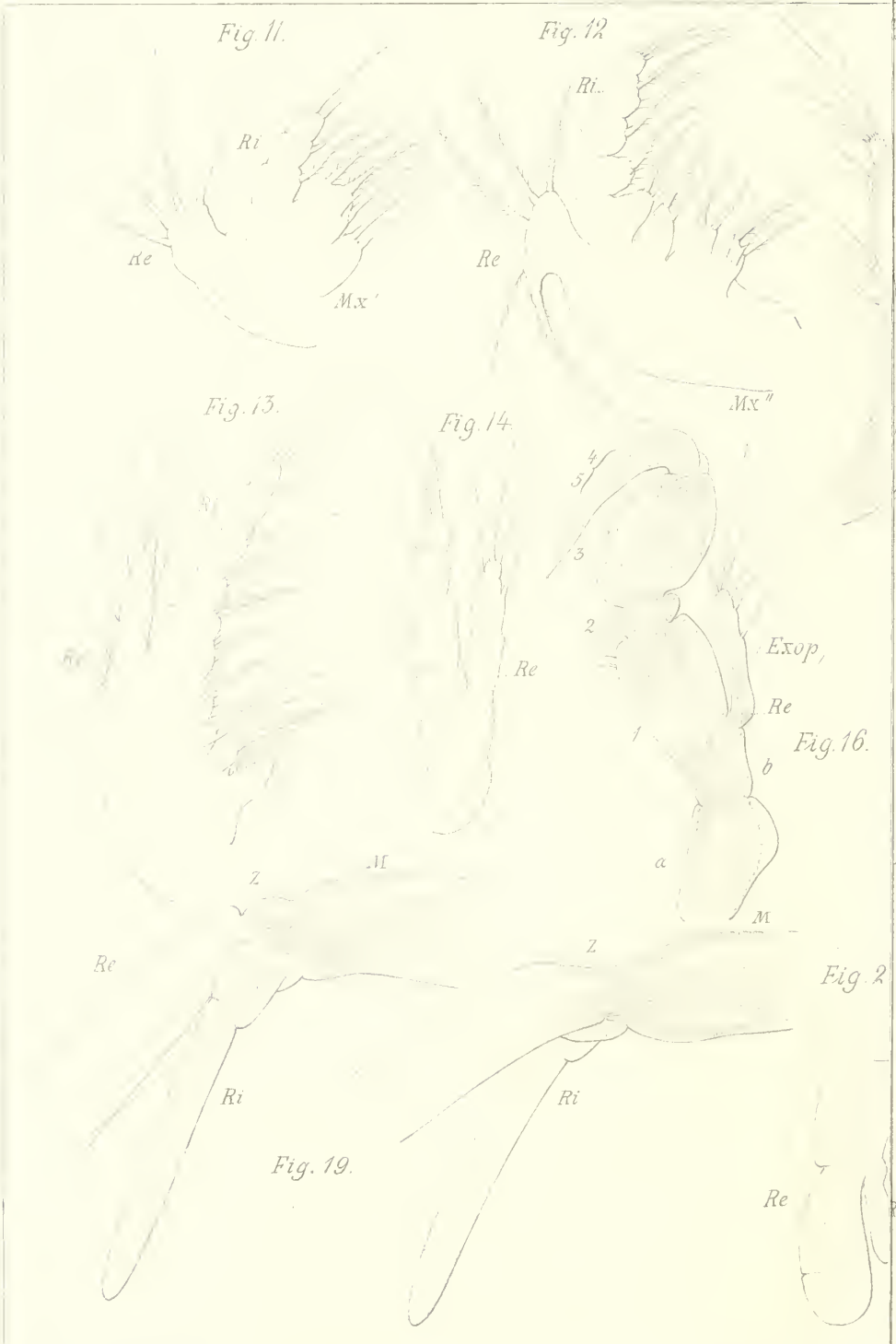


Fig 9.

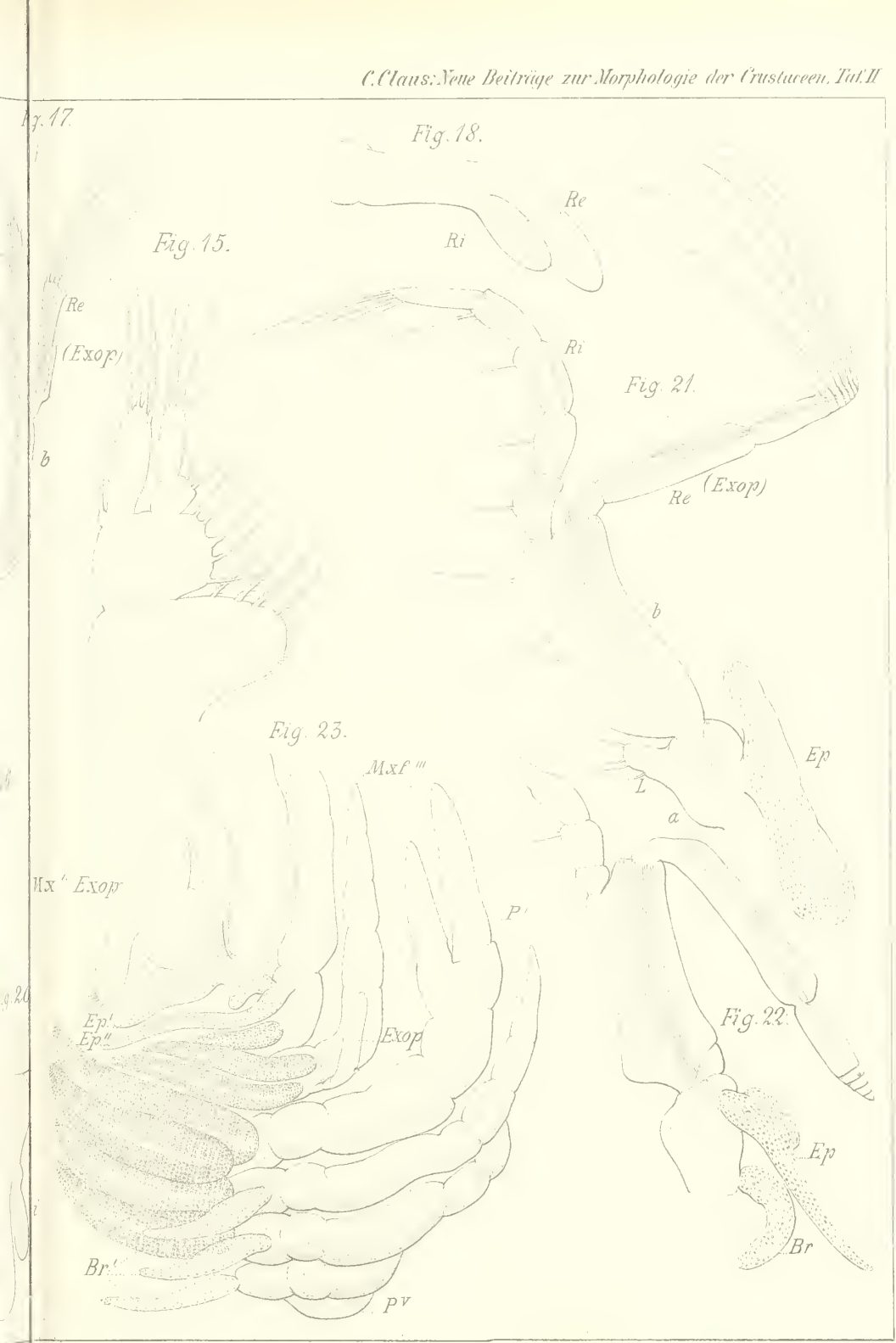


Lith. Anst. v. Ch. Reisser & M. Werthner Wien

k. Hof-Universitäts-Buchhandlung in Wien.



Verlag v. Alfred Hölder, k.k. Hof- u. Universitäts-Buchhändler



Universitäts-Buchhandlung in Wien.
Lith. Anst. v. Ch. Reisser & M. Werthner Wien

Fig. 26.

Fig. 30.

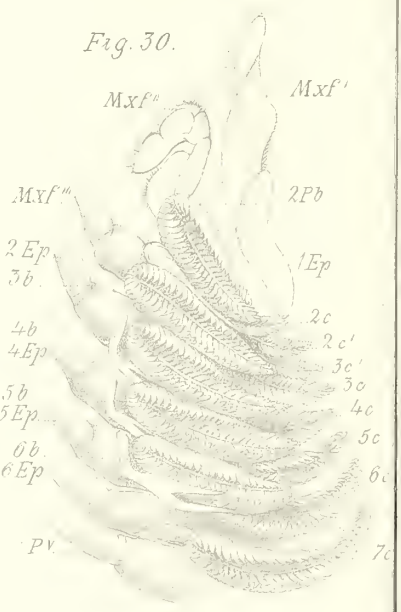


Fig. 27.

Fig. 25.

Verlag v. Alfred Hölder, k.k. Hof- Universitäts-

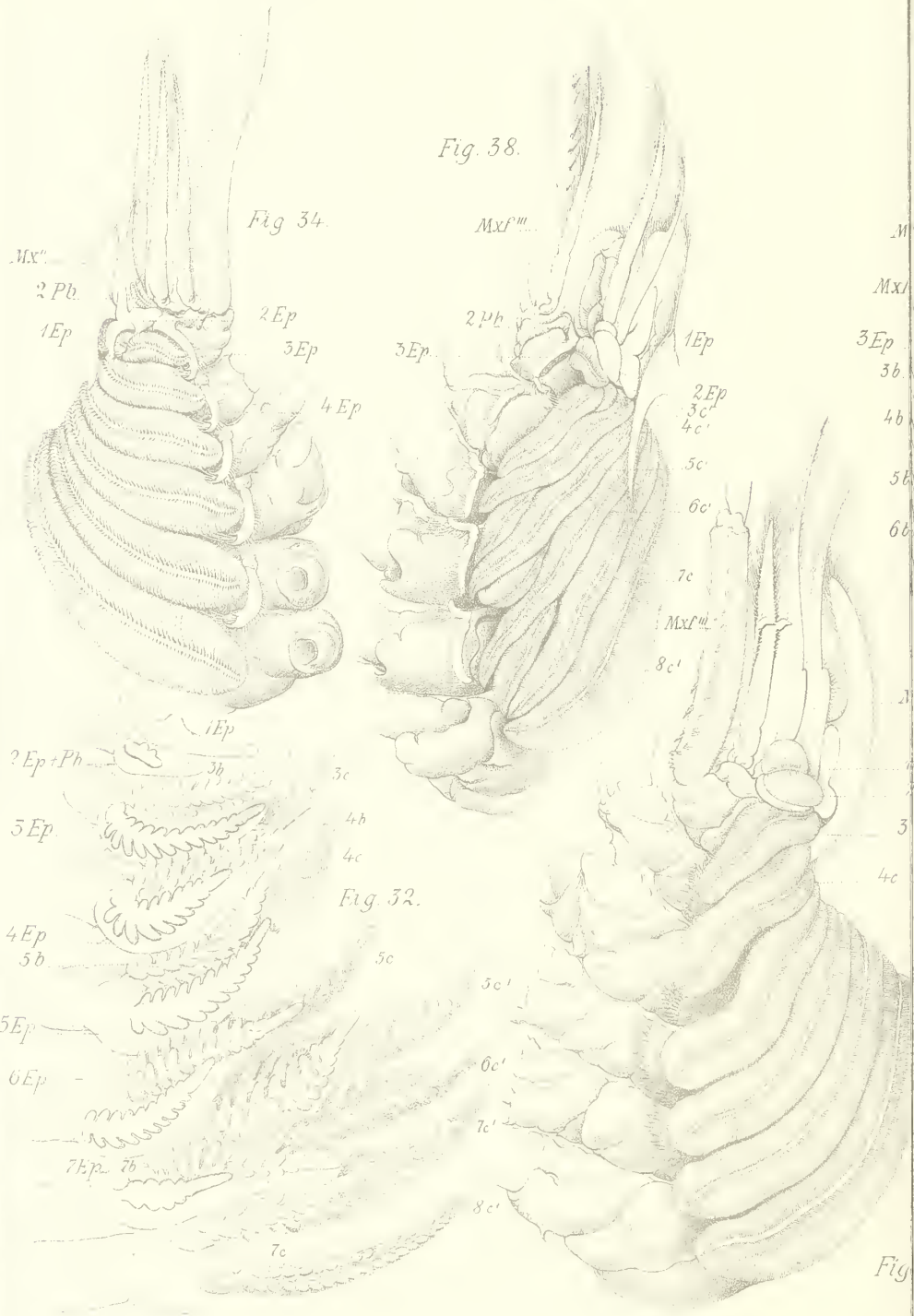
Fig. 31.

Fig. 28.

Fig. 24.

Lith. Anst. v. Ch. Reiser & M. Werthner Wien

Universitäts-Buchhandlung in Wien.



Verlag v. Alfred Hölder, k.k. Hof-u.

Fig. 37.

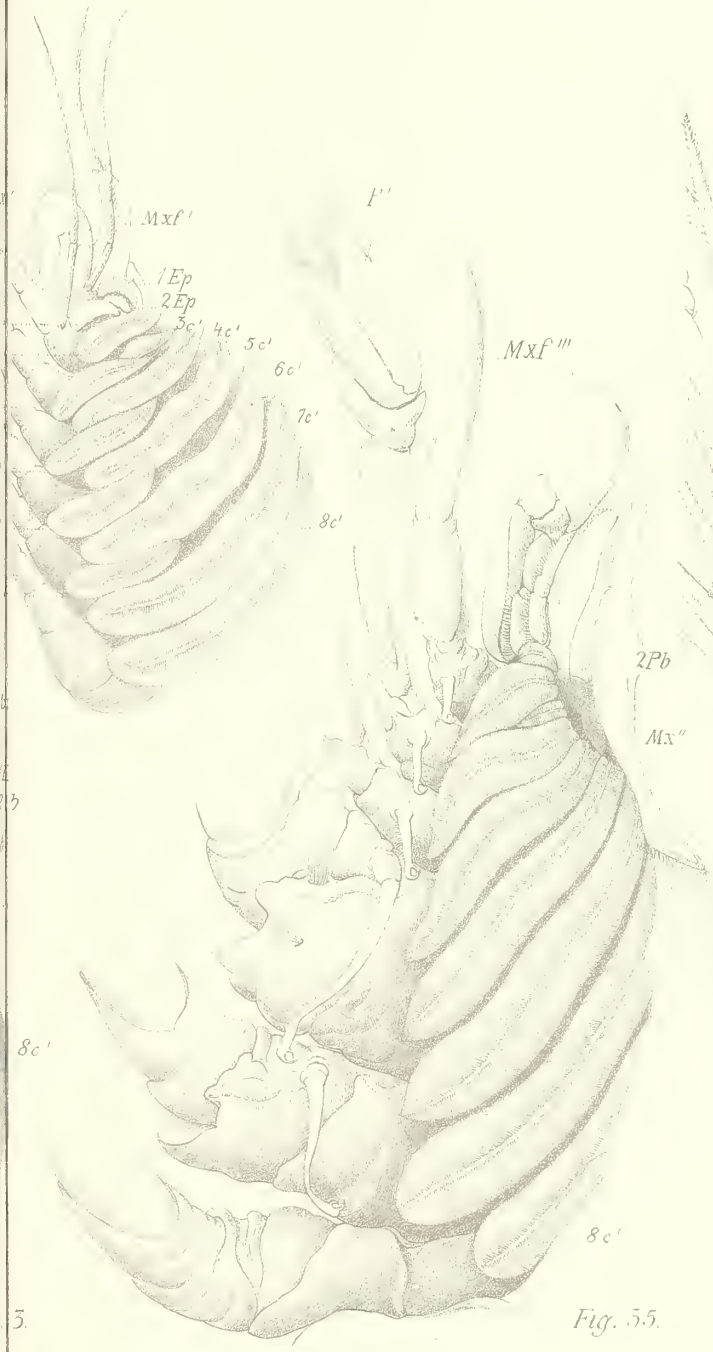


Fig. 55.

Fig. 36.

versitäts-Buchhandlung in Wien.

Lith. Anst. v. Ch. Reiffenstein & Rösch, Wien.

Fig. 43.

Fig. 42.

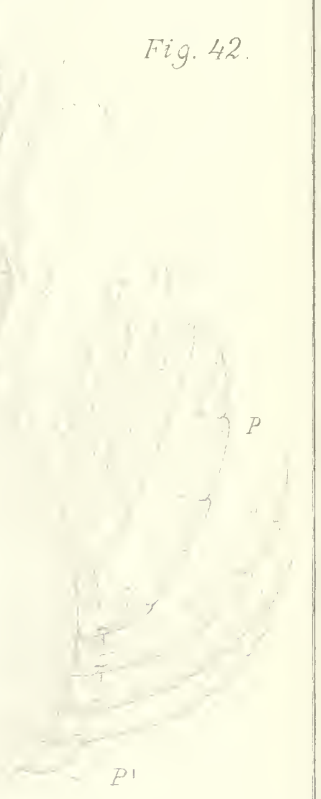
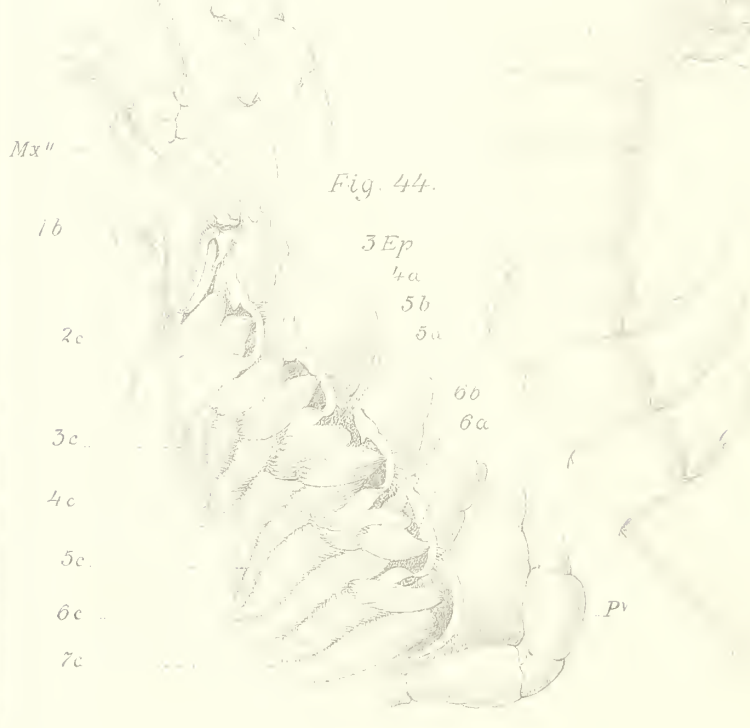


Fig. 44.



Lith v Ferd Stricker

Verlag v. Alfred Hölder, k.k. Hof-u

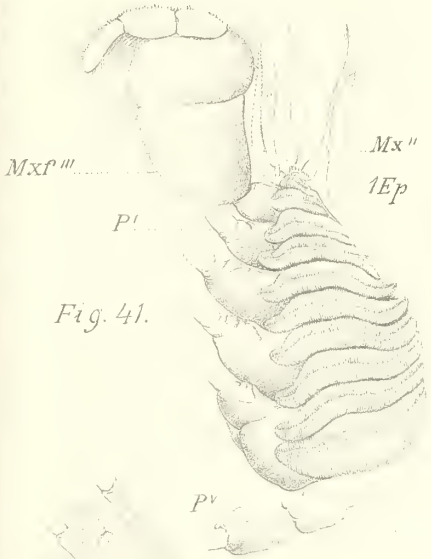


Fig. 41.

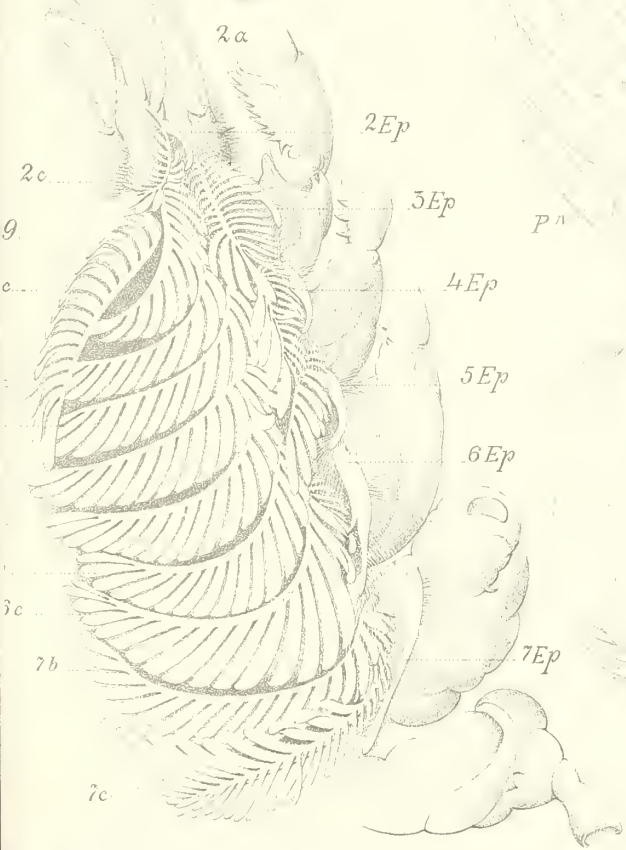


Fig. 45.

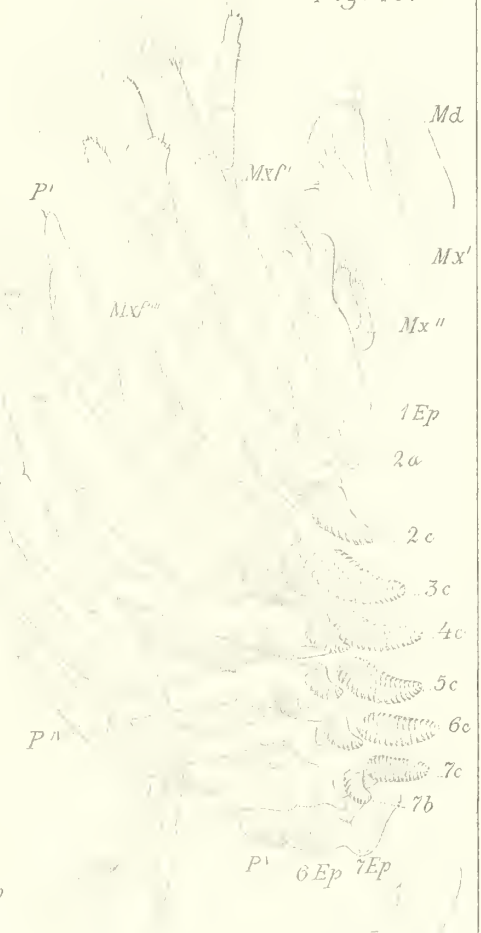


Fig. 40

iversitäts-Buchhandlung in Wien.

Lith. Anst. v. Ch. Reiffer & M. Werthner, Wien

Fig. 46.

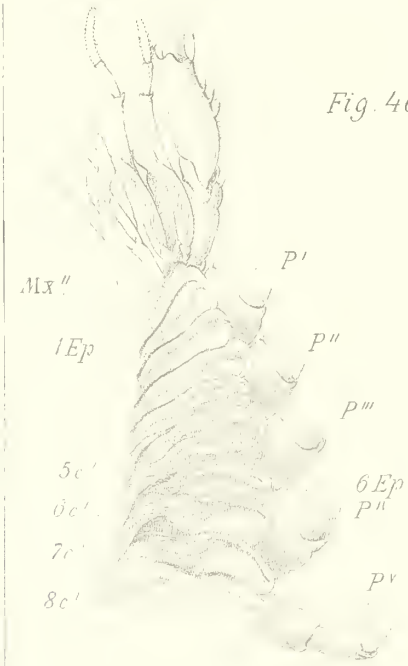


Fig. 50.

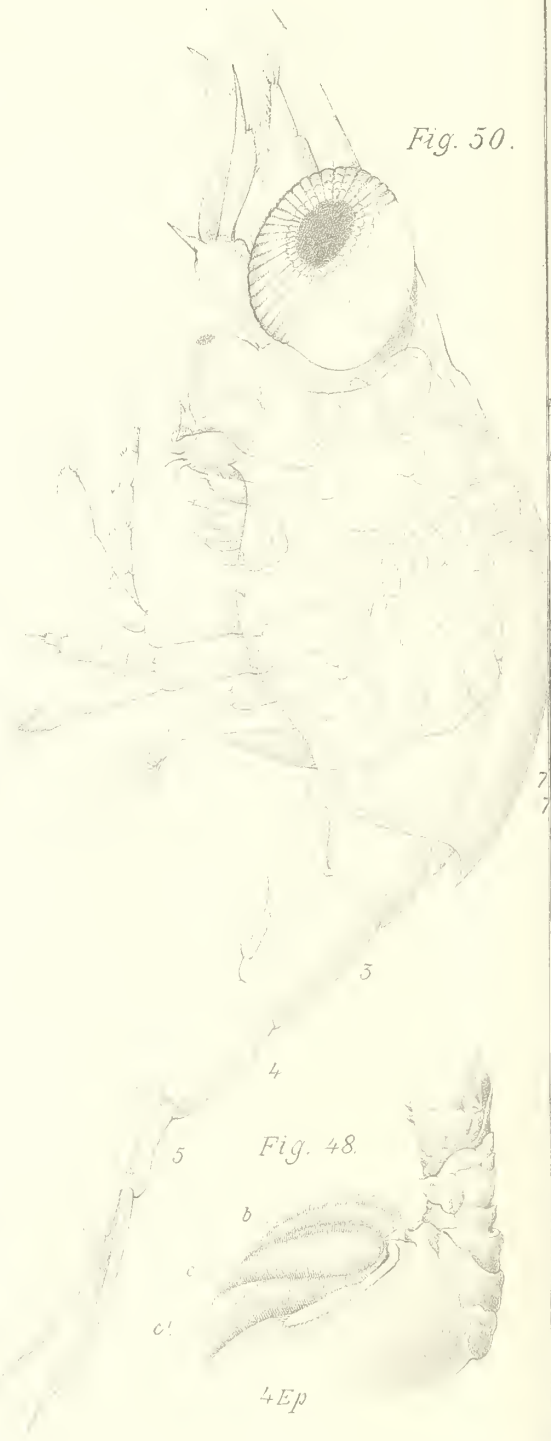
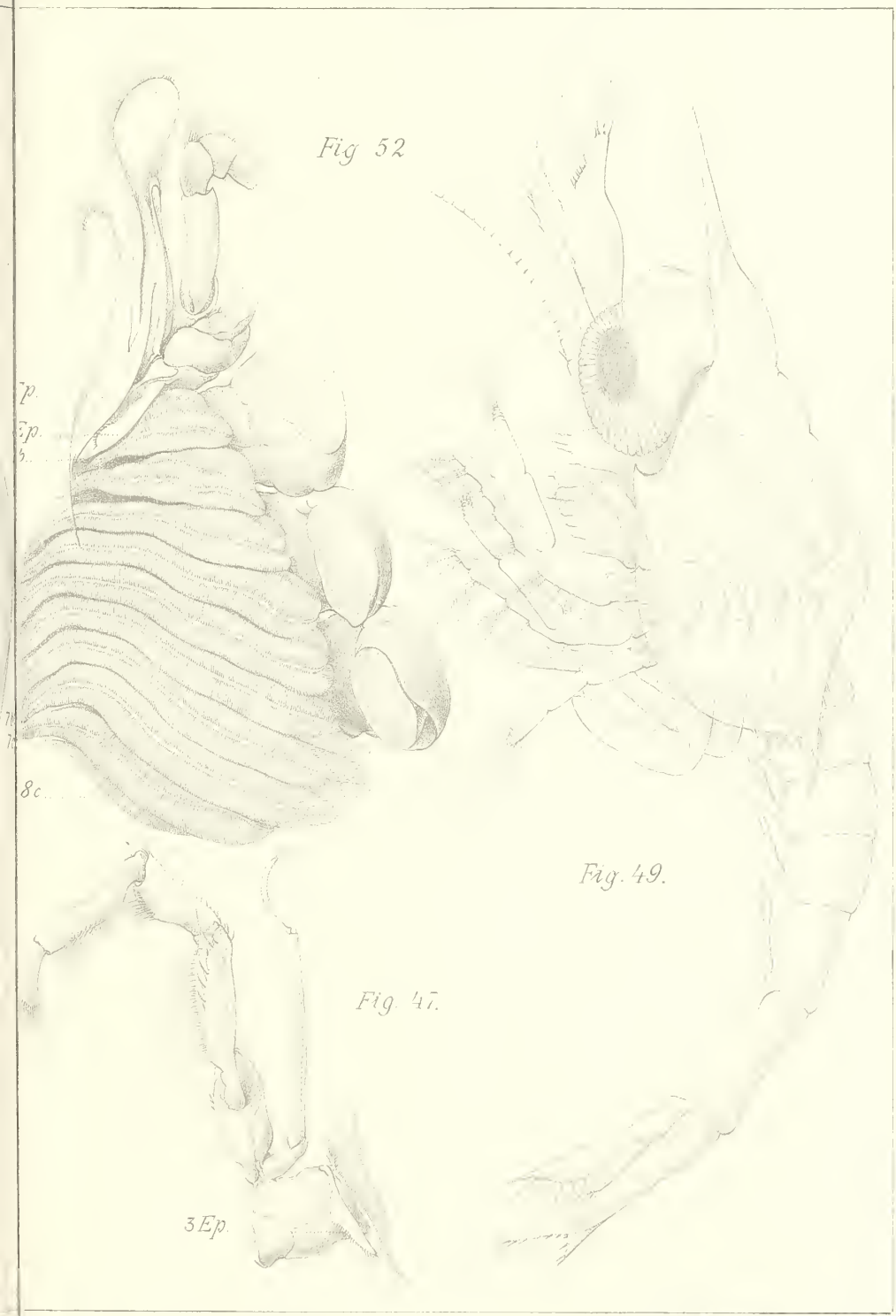


Fig. 51

Fig. 48.

Verlag v. Alfred Hölder, k.k. Hof-



...niversitäts-Buchhandlung in Wien.
Lith. Anst. v. ... & M. Werthner Wien

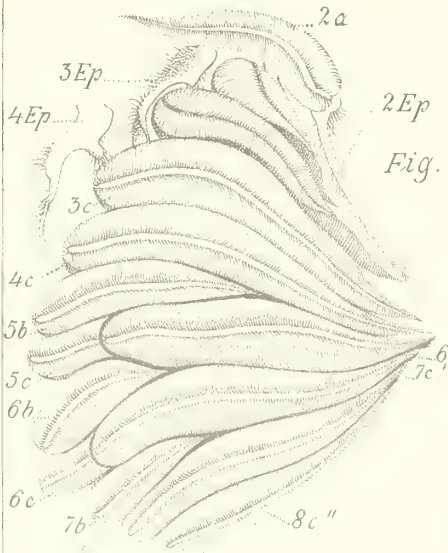


Fig. 55.

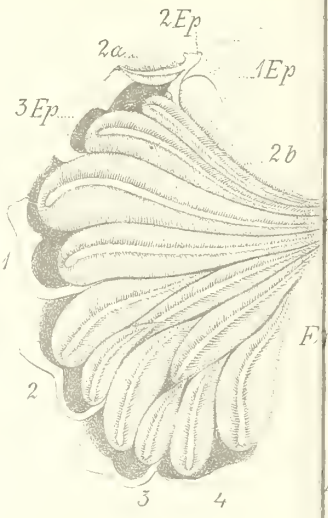


Fig. 55'

Fig. 55.''

Fig. 53.

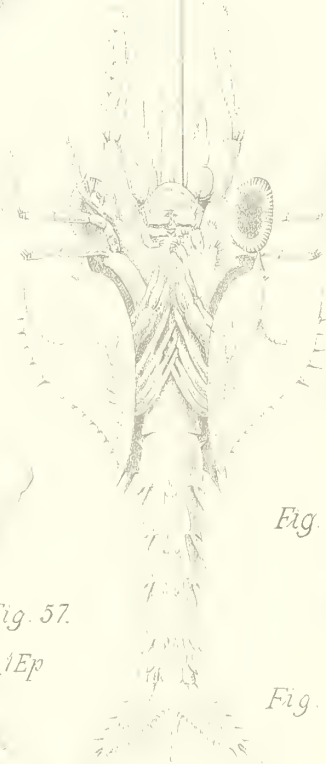


Fig. 64'.

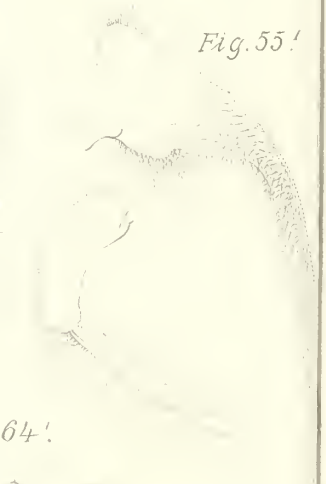


Fig. 57.

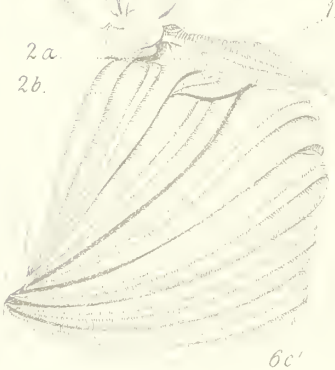
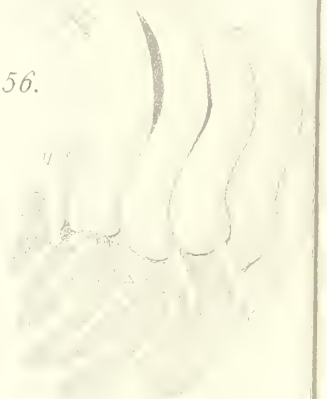


Fig. 56.



Verlag v. Alfred Hölder, k.k. Hof- Universi

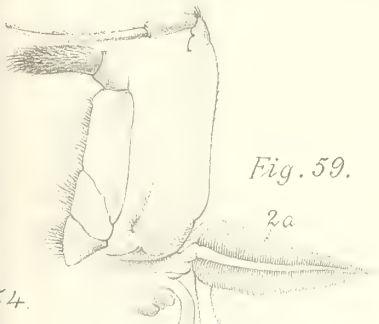


Fig. 59.

54.

Fig. 58.

Fig. 60.

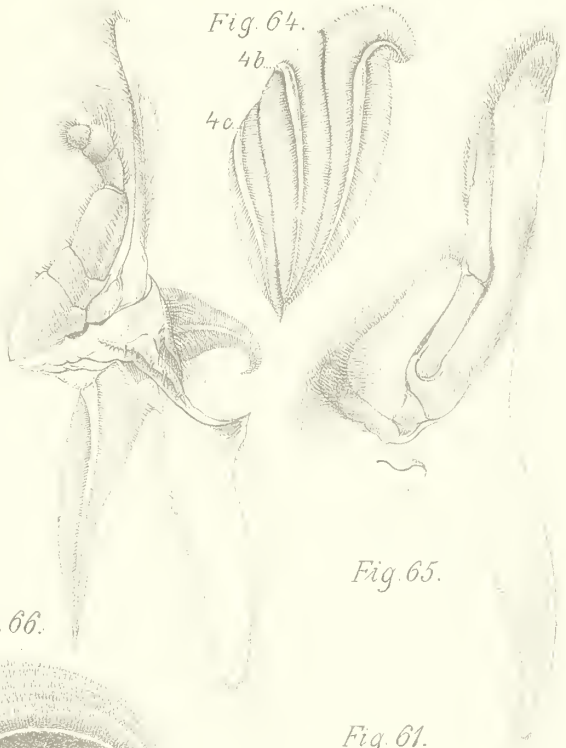


Fig. 64.

Fig. 65.

Fig. 66.

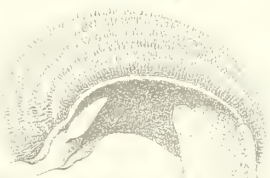


Fig. 62.

Fig. 61.

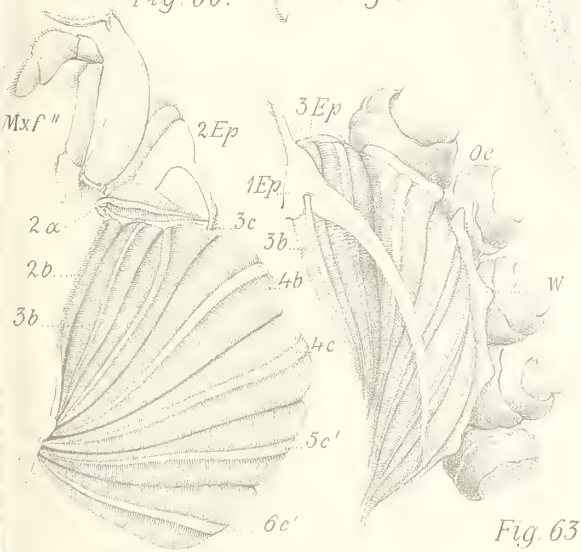
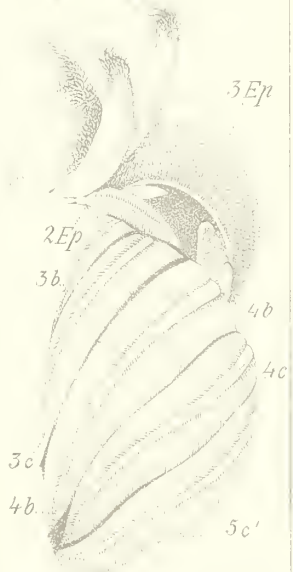


Fig. 63.



Zur Entwicklung des Kopfes von Polygordius.

Von

Dr. B. Hatschek. x ref.

(Mit einer Tafel.)

In vorliegender Mittheilung bringe ich eine Ergänzung zu meinen früheren Untersuchungen über Entwicklung von Polygordius[1]). Es handelt sich hier um einige Entwicklungsvorgänge im Kopfe, die wenig auffallend, aber theoretisch von Bedeutung sind. Meine neuen, im Januar 1883 angestellten Beobachtungen betreffen nämlich das Nervensystem im Kopfe der Larve, und besonders die Schlundcommissur, ferner die Entwicklung der Längsmuskelfelder im Kopfabschnitt.

Beobachtungen.

In meiner früheren Arbeit konnte ich die Schlundcommissur erst nach vollendeter Metamorphose, an Querschnitten durch den jungen Polygordius, nachweisen. Jetzt habe ich dieselbe in viel früheren Stadien, nämlich schon an der ungegliederten Larve, beobachtet.

Ich hatte in meiner Abhandlung zunächst das Nervensystem einer solchen Larve beschrieben, die nur erst einen kleinen Rumpfkegel besitzt, an welchem noch keine Segmentirung eingeleitet ist. Ich will das Wesentliche jener Beschreibung hier nochmals kurz hervorheben: Am vorderen Körperpole liegt die augentragende, querovale Scheitelplatte oder eigentlich das Scheitelganglion.[2]) Man kann dieses Gebilde als Scheitelganglion bezeichnen, weil es histiologisch jetzt schon dieselben Charaktere wie am ausgebildeten Thiere zeigt. Das Gebilde ist eine Ektodermverdickung, welche

[1]) Studien über Entw. der Anneliden, diese Z., Bd. I, 1878.

[2]) Bei Polygordius und den anderen Anneliden (z. B. Sacocirrus, Polyophthalmus, Echiurus), bei welchen das „obere Schlundganglion" zeitlebens an seinem Entstehungsorte im Kopflappen verbleibt, sollte man dasselbe besser als „Scheitelganglion" bezeichnen.

aus kleinen Zellen, die zum Theile wenigstens Ganglienzellen sind, und aus Nervenfasersubstanz (Leydig'scher Punktsubstanz) besteht. Von diesem Scheitelganglion geht ein peripheres Nervensystem aus, welches sich im Bereiche des Scheitelfelds verästelt. Die peripheren Nerven entspringen zum grössten Theil von zwei Hauptstämmen, welche je einer rechts und links von den Seiten der Scheitelplatte abgehen und direct gegen den äquatorialen Wimperkranz ziehen. Diese Nerven verlaufen genau seitlich, sie theilen das Scheitelfeld in eine beinahe gleich grosse dorsale und ventrale Hälfte. In den Verlauf jedes dieser Nerven sind vier Ganglienzellen eingeschaltet und er endet am präoralen Wimperkranz mit einer fünften Anschwellung. Der Nerv verläuft im Ektoderm. Er springt wohl nach innen gegen die Kopfhöhle als Verdickung der Leibeswand etwas vor, aber er verläuft, wie günstige optische Querschnitte lehren, innerhalb der Ektodermlamelle; er erscheint in einen Ausschnitt derselben gleichsam eingesenkt (vergl. Fig. 5). An dem postoralen Abschnitte der Larve konnte ich bei jener früheren Untersuchung keine Nerven auffinden.

Das wichtigste Ergebniss meiner neueren Untersuchung ist die Beobachtung, dass sich der seitliche Nerv auch weiter, in die postorale Region, erstreckt und dass derselbe mit der Schlundcommissur identisch ist. Die Schlundcommissur ist also zu jener Zeit schon vorhanden, wo die Anlage des Bauchmarkes noch nicht aufgetreten ist.

Wir wollen den Thatbestand bei der jungen Larve weiter verfolgen. Ich habe in Fig. 1 eine Larve abgebildet, deren postorale Fläche dem Beschauer zugewendet ist; der kurze Rumpfkegel ist durch den Druck des Deckgläschens dorsalwärts umgeschlagen. An der abgebildeten Larve waren im Rumpfe schon mehrere Ursegmente abgegrenzt, von der Anlage des Bauchmarkes war aber noch nichts zu beobachten. Bei der ungegliederten Larve verhalten sich die Nervenstämme genau ebenso und ich habe nur deshalb die etwas ältere Larve abgebildet, weil die bedeutendere Grösse derselben der Beobachtung und Darstellung günstiger ist. Betreffs der präoralen Zone und ihrer Nerven verweise ich hier auf die Abbildung in meiner früheren Arbeit (l. c. Taf. VI, Fig. 51). In unserer Fig. 1 ist nur das Nervensystem der postoralen Region abgebildet. Wir sehen den weiteren Verlauf des seitlichen Nerven (S C) dargestellt. Derselbe setzt sich unterhalb des präoralen Wimperkranzes in die postorale Zone fort. Er kreuzt die adorale Wimperrinne und erstreckt sich weiter bis an die Basis des Rumpfkegels,

und zwar bis zu einem Punkte, der nur ein Weniges näher zur ventralen Mittellinie liegt, als zur dorsalen, demselben Punkte, wo der primäre, ventrale Längsmuskel des Kopfes seine hintere Insertion findet. Der Nerv verläuft in seiner ganzen Ausdehnung im Ektoderm; an jener Stelle, wo er den präoralen Wimperkranz kreuzt, liegt er in der Basis der Wimperkranzzellen und weiterhin ist er in dem dünnen Ektoderm in derselben Weise eingebettet, wie wir es an dem präoralen Theil des Nerven gesehen haben.

An den seitlichen Nerv schliessen sich noch periphere Nerven an. Die im Bereiche des Scheitelfeldes verlaufenden Nerven haben wir schon oben erwähnt. Ferner ist ein präoraler Ringnerv zu beobachten, wie er jüngst von Kleinenberg beschrieben wurde[1]) und den ich hier für die Polygordiuslarve (und auch für die Larve von Eupomatus) bestätigen kann. Dieser Ringnerv (Fig. 2, RN_1) verläuft in der Basis der Wimperzellen als ein hellerer Strang. Er setzt die Zellen zunächst zu einander in Beziehung; durch seine Verbindung mit der Schlundcommissur setzt er sie aber auch in Beziehung zum Nervencentrum, dem Scheitelganglion. Ich konnte diesen Ringnerven nur bei Ansicht der Larve vom hinteren Pole verfolgen; bei Seitenansicht konnte ich ihn, der dicken darüberliegenden Gebilde wegen, nicht deutlich sehen, und so war es mir nicht möglich zu entscheiden, ob der Nerv, entsprechend der doppelten Wimperzellenreihe, ein doppelter oder ob derselbe einfach sei. (Bei Eupomatus, wo der Nerv viel besser sichtbar ist, ist derselbe einfach, doch ist dort auch die Zellreihe des präoralen Wimperkranzes nur eine einfache.)

Von den Wimpern aus lässt sich eine feine Faserung in das Innere der Zellen bis nahe an die Basis derselben verfolgen (Fig. 2). Doch war es hier nicht möglich, einen Zusammenhang dieser hellen Fasern mit dem Ringnerven (wie bei Eupomatus) nachzuweisen.

Unterhalb des postoralen Wimperkranzes verläuft ein zweiter postoraler Ringnerv, der sich ebenfalls mit der Schlundcommissur verbindet (Fig. 2, RN_2). Dieser ist, entsprechend der zarteren Beschaffenheit des postoralen Wimperkranzes, viel dünner als der präorale Ringnerv. In der Region des Mundes scheint er unterbrochen; wenigstens konnte ich an dieser Stelle eine Continuität des Nerven nicht constatiren. An dieser Stelle ist auch eine Complication am postoralen Wimperkranze zu beobachten. Derselbe ist nämlich

[1]) N. Kleinenberg, Sull' origine del sistema centrale degli Anellidi, Reale Academia dei Lincei, 1880—81.

hinter dem Munde durch eine kleine, nach rückwärts gerichtete, wimpernde Ausbuchtung unterbrochen. Bei den meisten Anneliden-larven — und hierin haben dieselben einen ursprünglichen Charakter bewahrt, welcher der sonst sehr ursprünglich gebauten Polygordius-larve abgeht — setzt sich die adorale Wimperrinne nach rück-wärts in eine ventrale Wimperrinne fort, welche bis zur Region des Afters verläuft. Der postorale Wimperkranz ist hinter dem Mund durch die ventrale Wimperrinne unterbrochen. Diese ventrale Wimperrinne persistirt bei Protodrilus zeitlebens und wird in der Rumpfregion zur Nervenrinne. Die kleine wimpernde Aus-buchtung bei der Polygordiuslarve scheint das letzte Rudiment der bei Polygordius verloren gegangenen Wimperrinne zu sein.

Unmittelbar an dem Punkte, wo die Schlundcommissur endet, inserirt sich der primäre ventrale Längsmuskel des Kopfes mit seinem verbreiterten Hinterende (Fig. 1, v. lm D). Vielleicht findet von da aus die Innervirung des Muskels statt. Von den hinteren Endpunkten der Commissur aus zieht beiderseits je ein zarter Nerv nach vorne bis in die Gegend der Mundöffnung (Fig. 1, N); diese beiden zarten Nerven geben Zweige ab, die ventral durch Anastomosen verbunden sind. Auch diese Nerven liegen sämmtlich im Ektoderm.

Der seitliche Längsnerv, welcher vom Scheitelganglion bis zur Basis des Rumpfkegels sich verfolgen liess, ist mit der defi-nitiven Schlundcommissur identisch. Das möchte — ohne directen Nachweis durch Beobachtung — unwahrscheinlich erscheinen, denn wie die Untersuchung des jungen, aus der Metamorphose hervor-gegangenen Polygordius lehrte (l. c. pag. 54, 55 u. Fig. 92, 93), ver-läuft bei demselben die innerhalb des Ektoderms liegende Schlund-commissur nicht seitlich, sondern der Ventralseite genähert.

Dieser Lagenverschiedenheit wegen und in Folge der Unvoll-ständigkeit der Beobachtung konnte ich in meiner früheren Ab-handlung die seitlichen Längsnerven nicht als Schlundcommissur erkennen. Die directe Beobachtung lehrt uns aber, dass wir es hier wirklich mit der definitiven Schlundcommissur zu thun haben, und durch dieselbe erklärt sich auch die Verschiedenheit der Lagerung bei der Larve und dem ausgebildeten Thiere. Die ent-scheidenden Beobachtungen sind an jenen Larvenstadien zu machen, wo der blasenförmig aufgetriebene Kopfabschnitt sich zu verkleinern beginnt (Fig. 3). Bei der Verkleinerung der Kopfblase verdickt sich das gesammte Ektoderm des Kopfabschnittes, und es wird dabei auch die früher sehr zarte Schlundcommissur viel

dicker. Dabei rückt dieselbe aber, ohne ihre Lage im Ektoderm aufzugeben, stetig gegen die Ventralseite vor, bis sie ihre definitive Stelle einnimmt. Dies geschieht dadurch, dass das Ektoderm der Kopfblase an der ventralen Seite sich stärker zusammenzieht als an der Dorsalseite. Am frühesten rückt das Hinterende der Commissur ventralwärts. Denn an Larven, deren Kopfblase die grösste Ausdehnung besitzt und an denen das Bauchmark schon ausgebildet ist (vergl. l. c. Fig. 29), nähert sich das Hinterende der Commissur schon sehr der Ventralseite, weil sie an dieser Stelle in den ventralen Längsfaserstrang des Bauchmarkes übergeht. Wenn man das Hinterende der Commissur in den Stadien der Fig. 1 und Fig. 3 vergleicht, so ersieht man, wie bedeutend auch am Rumpfe die Zusammenziehung des Ektoderms gegen die Bauchseite ist, wodurch eben dort die Bauchstrangverdickung entsteht. Dies ist für die Auffassung der Entwicklungsvorgänge im Rumpfe von Wichtigkeit.

Ein zweiter Punkt meiner Untersuchung betrifft die Entstehung der Längsmuskelfelder im Kopfabschnitte. In meiner früheren Abhandlung schrieb ich: „Die Mesodermzellen breiten sich immer zahlreicher an der Leibeswand der Kopfregion aus, besonders in der hinteren Kopfhälfte, wo sie schon eine continuirliche Schichte bilden. Wir finden hier, dass sich in der Mesodermschichte, dem Längsmuskel des Kopfes entlang, im Anschluss an das ventrale Muskelfeld des Rumpfes und als directe Fortsetzung desselben, ein ventrales Muskelfeld des Kopfes ausbildet; die Muskelfibrillen, die continuirlich in diejenigen des Rumpfes übergehen, schreiten in ihrer Entwicklung nach dem Vorderende zu fort; in dem Stadium der Fig. 30 reichen sie schon bis in die Gegend der Wimperkränze. Die früheren einfachen Muskeln des Kopfes sind daneben noch in voller Ausbildung geblieben“ (l. c., p. 50). Man vergleiche ferner l. c., p. 55.

Ich will diese Angaben hier durch die Schilderung des ersten Auftretens dieser Muskeln vervollständigen und in einigen Punkten berichtigen.

Das erste Auftreten von Muskelfibrillen, die dem ventralen Längsmuskelbande des Kopfes angehören, ist schon in viel früheren Stadien zu beobachten, als von mir angegeben wurde, nämlich schon in solchen Stadien, wo die Kopfblase noch nicht ihre grösste Ausdehnung erreicht hat, zur selben Zeit nämlich, da im Rumpfe die ersten Muskelfibrillen auftreten. Man findet als Ausläufer der ersten, im ventralen Muskelfelde des Rumpfes differenzirten Fi-

brillen (vergl. l. c., Fig. 67) jederseits eine zarte Fibrille, die eine Strecke weit in den Kopf hineingewachsen ist. Dieselbe liegt dem Ektoderm dicht an und verläuft genau längs des äusseren Randes der zarten Schlundcommissur (v. lm. II, Fig. 4 b); nach vorne läuft die Faser spitz zu. In älteren Stadien findet man, dass neue Fasern hinzugekommen sind (Fig. 4 a und Fig. 3), wodurch dieser anfangs äusserst schmale Ausläufer des ventralen Muskelfeldes von hinten her immer breiter wird, während er nach vorne weiter in die Länge wächst; da die neu hinzugekommenen Fasern ihrem Alter entsprechend kürzer sind, so läuft die Bildung nach vorne immer noch spitz zu. Nach innen gegen die Kopfhöhle sind diese Muskelfibrillen von den zugehörigen Myoblasten bedeckt, doch ist die Zellmasse kaum breiter als das Fibrillenband und nicht mit den losen Mesodermzellen zu verwechseln, die zu Ende der Metamorphose sich immer zahlreicher im Kopfabschnitte vorfinden.

Diese Anlagen der ventralen Längsmuskelbänder des Kopfes werden, da sie eng mit dem Ektoderm verbunden sind, bei der Verkleinerung der Kopfblase verkürzt und auch in derselben Weise ventralwärts verschoben, wie die neben demselben verlaufende Schlundcommissur.

In ganz ähnlicher Weise, nur etwas später, treten die dorsalen Längsmuskelbänder des Kopfes als Ausläufer der dorsalen Längsmuskelbänder des Rumpfes auf (Fig. 3, d. lm. II).

In Bezug auf das weitere Verhalten im jungen Polygordius verweise ich auf meine früheren Angaben.

Die Muskelbänder des Kopfes treten demnach als von einander gesonderte Bildungen auf, sie wachsen vereinzelt als Ausläufer der entsprechenden Gebilde des Rumpfes in den Kopf hinein.

Theoretische Bemerkungen.

In meinen früheren Abhandlungen über Entwicklung der Anneliden hatte ich die erste Anlage des Nervensystems folgendermassen dargestellt: Zuerst entstünde eine vordere Ektodermverdickung, die Scheitelplatte. Von dort schreite der Bildungsprocess nach rückwärts fort, indem sich die Ektodermverdickung weiter in Form zweier Stränge zu beiden Seiten des Mundes erstrecke; diese bilden die Anlage der Schlundcommissur. Dann schreite der Verdickungsprocess continuirlich weiter nach hinten fort und bilde in der Rumpfregion die beiden „Seitenstränge“ des Bauchmarks. Diese Auffassung knüpfte sich besonders an die Beobachtungen, die ich an Criodrilus angestellt hatte.

Gegen diese Anschauung trat Kleinenberg[1]) auf, welcher angab, dass das obere Schlundganglion und das Bauchmark (bei Lumbricus) als vollkommen gesonderte Bildungen auftreten, ohne in irgend einem Zusammenhang mit einander zu stehen. Die Schlundcommissur soll nicht als Ektodermverdickung auftreten, sondern erst secundär von dem bereits gesonderten oberen Schlundganglion auswachsen. Der Darstellung Kleinenberg's schloss sich zunächst besonders lebhaft Balfour an, der derselben, wie es scheint, eine tiefe theoretische Bedeutung beilegte.[2])

Gegen die Kleinenberg-Balfour'sche Anschauung lässt sich vor Allem ein schlagender Beweis anführen in den vergleichend anatomischen Thatsachen, denn bei den niederen Annelidenformen bleibt die Schlundcommissur zeitlebens als eine Verdickung des Ektoderms mit dem äusseren Epithel in Zusammenhang.[3])

Wir wollen die Sache aber auch vom ontogenetischen Standpunkte betrachten. Wir müssen dabei zweierlei auseinanderhalten. Zunächst ist die Frage des thatsächlichen Vorganges und sodann die theoretische Deutung zu erörtern.

Ich habe Gelegenheit gehabt, meine Präparate von Criodrilus, die noch sehr gut erhalten sind, wieder durchzusehen und muss nach erneuter Prüfung meine früheren Angaben vollständig aufrechterhalten. Meine neueren Beobachtungen über Polygordius stimmen nun auch vollkommen zu diesen Ergebnissen.

Auch bei Echiurus liegen ähnliche Verhältnisse vor. Ich hatte dort beobachtet, dass der Faserstrang der Commissur in seiner ganzen Ausdehnung im Ektoderm liegt und schon wohl ausgebildet ist, während vom Bauchmark nur erst die früheste Anlage vorhanden ist. Ich verweise hier speciell auf Fig. 3 u. 24 jener Abhandlung.[4]) Es wäre bei erneuten Untersuchungen auch noch besondere Aufmerksamkeit auf etwas jüngere Stadien zu richten.

Ich bin der Meinung, dass bei der freien Entwicklung durch Metamorphose in den meisten (vielleicht in allen) Fällen die Commissur schon vor Bildung des Bauchmarkes vorhanden sei, nur ist in vielen Fällen die Beobachtung des anfangs sehr zarten Gebildes recht schwierig.

Und nicht nur bei den Anneliden, auch bei der Trochophora-

---

[1]) Kleinenberg, Sullo sviluppo del Lumbricus trapezoides, Napoli 1878.

[2]) Balfour, Handb. d. vergl. Embryologie.

[3]) Man findet dies beispielsweise in meiner Darstellung des Nervensystems von Protodrilus (diese Zeitschr., Tom. III. 1880) im Detail nachgewiesen.

[4]) Ueber Entw. v. Echiurus, ebend. Tom. III, 1880.

larve der Mollusken wird sich, wie ich vermuthe, dasselbe erweisen. So vermuthe ich, dass z. B. bei Teredo einer der zarten Nerven des Scheitelfeldes (vergl. Entw. v. Teredo, Fig. 23) sich in die postorale Region bis zum Ganglion wird verfolgen lassen, als Anlage der Schlundcommissur.

Bei directer Entwicklung mag es vielleicht in einzelnen Fällen vorkommen, dass die Schlundcommissur erst secundär Bauchmark und Scheitelplatte verbindet. Aber auch da vermuthe ich, dass die Commissur stets in ihrer ganzen Ausdehnung zwischen Scheitelplatte und Bauchmark im Ektoderm selbst entstehe. Ich muss meinen eigenen Erfahrungen nach die Angabe Kleinenberg's bezweifeln.

Wenn wir aber auch annehmen, dass der von Kleinenberg beschriebene Entwicklungsmodus wirklich vorkomme, so ist weiter die Frage in Betracht zu ziehen: Ob der von mir mehrfach beobachtete Vorgang, oder jener andere, welchem von Kleinenberg und Balfour so tiefe Bedeutung beigelegt wird, der ursprüngliche, oder — um mich des Haeckel'schen Terminus zu bedienen — palingenetische sei.

Ich gehe davon aus, dass die phylogenetische Entstehung getrennter Nervencentra, die mit einander nicht durch Nervenverbindungen zusammenhängen, als im höchsten Grade unwahrscheinlich zu betrachten sei. Und von diesem Gesichtspunkte müssen wir den bei Polygordius beobachteten ontogenetischen Vorgang für den palingenetischen halten, der den phylogenetischen Vorgang annähernd wiederholt.

Kleinenberg hat diese Schwierigkeit in letzter Zeit selbst gefühlt und er versucht den Ringnerven zur Erklärung derselben herbeizuziehen: „In conseguenza a posteriori mutamenti della forma del corpo, del modo di vivere, del moto ecc., il significato fisiologico dell' antico organo centrale diminuiva a tal grodo da rendere utile la sua soppressione nell' animale perfetto, ma nello sviluppo ontogenetico dei Policheti esso fu conservato ancora, come organo mediatore per la formazione dei organi di sostituzione, il ganglio cefalico e i gangli ventrali. Nello suiluppo d' altri Anellidi p. e. Oligocheti e Irudinei, i quali non hanno stadi larvali liberi e non formano un organo vibratile, non s'incontra più il nervo circolare, ma l'evoluzione del sistema centrale da acceni isolati che secondiaramente debbono riunirsi, indica chiarissimamente la soppressione di un antico organo mediatore" etc. [1]) — Mit Rücksicht darauf, dass

[1]) Sull origine del sistema nerv. centr. degli Anellidi, l. c. p. 11.

der Ringnerv jederseits nur an einem Punkte, nämlich der Kreuzungsstelle, mit der Commissur zusammenhängt, ist diese Erklärung Kleinenberg's als eine gezwungene zu bezeichnen.

Dabei schildert Kleinenberg die Entstehung der Commissur selbst in seiner letzten Arbeit schon anders, als in seinen früheren Angaben, da er sie jetzt im Ektoderm in situ entstehen lässt.

Ein anderer Punkt, den ich nicht unerwähnt lassen kann, ist folgender. Es wird von Balfour mehrfach hervorgehoben, dass Kleinenberg zuerst den morphologischen Gegensatz von Kopfganglion und Bauchmark erkannt hätte. Es werden damit meine Angaben entweder unterdrückt oder als irrthümlich betrachtet. Ich muss nun hervorheben, dass ich den morphologischen Gegensatz von „Scheitelplatte" und Bauchmark au 's Entschiedenst betont und denselben namentlich Semper gegenüber zuerst verfochten habe. Ich habe aber die morphologische Bedeutung der Scheitelplatte mit Rücksicht auf ihre Lage richtiger erkannt als Kleinenberg, denn ich habe stets hervorgehoben, dass dieselbe dem vorderen Körperpole angehört, während Kleinenberg wenig zutreffend von einer dorsalen Anlage des oberen Schlundganglion („piastrina dorsale") spricht.

In einer neueren Arbeit hat auch Goette[1]) die gesonderte Anlage von Kopfganglion und Bauchmark angegeben. Er citirt meine Angaben (l. c. p. 102), er scheint dieselben aber unrichtig, ja entgegengesetzt aufgefasst zu haben, wie dies nur durch eine sehr flüchtige Benützung meiner Arbeit erklärbar ist. Neuerdings hat auch Salensky[2]) die Beobachtung der getrennten Anlage mehrfach wiederholt, ja bei Aricia gibt er an, dass selbst nach der Verwandlung noch gar kein Zusammenhang zwischen Kopfganglion und Bauchmark bestünde. Auch diese beiden Angaben führe ich auf die Schwierigkeit des Nachweises der anfangs sehr zarten Schlundcommissur zurück.

Ueber einen anderen controversen Punkt, ob nämlich im Rumpfe bei Vereinigung der paarigen Seitenstränge zum medianen Bauchmark die Nervenrinne sich durch Einstülpung betheilige oder nicht, — darüber will ich mich erst dann aussprechen, wenn mir neue Beobachtungen zu Gebote stehen.

---

[1]) Abhandlungen zur Entwicklungsgeschichte der Thiere, Leipzig 1882.

[2]) W. Salensky: Étude sur le développement des Annélides. Arch. de Biologie, T. III u. IV., 1882 u. 1883.

Die vorliegenden Beobachtungen über das Verhalten des Nervensystems in der Trochophora-Larve werden die Vorstellungen über die entsprechende phylogenetische Form, das Trochozoon, ergänzen helfen. Das Trochozoon besass demnach zwei seitliche Längsnerven, die vom Scheitelganglion bis nahe zur Analregion reichten, und die der Schlundcommissur der Anneliden, Mollusken etc. entsprechen. Wir finden entsprechende Längsnerven vom oberen Schlundganglion ausgehend bei den Rotatorien und auch die Seitennerven der Turbellarien sind der Schlundcommissur zu vergleichen.[1]) Die Entdeckung der Ringnerven an den Flimmerkränzen, welche wir Kleinenberg verdanken, gestattet noch eine wichtige Vervollständigung unserer Vorstellung des Nervenapparates des Trochozoon.

Kleinenberg wird vielleicht in meiner Beobachtung eines zweiten, postoralen Ringnerven eine Bestätigung seines Vergleiches mit den Medusen finden und in demselben die von der Subumbrella gelieferte Hälfte des Medusen-Ringnerven erblicken. Ich will an anderer Stelle die Gründe anführen, welche mich veranlassen, diese Ringnerventheorie Kleinenberg's für irrig zu halten.

Zugleich mit der phylogenetischen Entwicklung des Rumpfes, werden sodann die zwei seitlichen Nerven sich längs der ventralen Flimmerrinne verlängert haben. Sie übertreffen im Zusammenhang mit der mächtigen Muskelentwicklung, die im Rumpfe auftritt, alsbald die Schlundcommissur an massiger Ausbildung. Die Stufe, die damit erreicht ist, wird bei den meisten Anneliden durch ein vorübergehendes ontogenetisches Stadium repräsentirt. Bei den niedersten Annelidenformen aber bleibt das Nervensystem auf dieser Stufe stehen, wie ich dies an Protodrilus Leuckartii nachgewiesen habe.

Ich will darzulegen versuchen, wie die Entwicklung der Mesodermbildungen des Kopfes theoretisch zu deuten sei, — welchem phylogenetischen Entwicklungsgang die bei Polygordius beobachteten ontogenetischen Vorgänge entsprechen mögen.[2])

[1]) Ich vergleiche die Seitennerven bei diesen Thieren nur mit der Commissur, weil ich der Ansicht bin, dass der ganze Körper der Rotatorien etc. nur dem Kopfe der Anneliden entspricht, oder genauer gesagt: dass der Rumpf der letzteren auch phylogenetisch aus einem ursprünglich sehr unbedeutenden Abschnitte sich entwickelte, so dass man ganz wohl von einer Neubildung desselben sprechen kann. Ich modificire hierin meine früher ausgesprochenen Anschauungen, wie ich es noch an anderer Stelle demnächst ausführlicher darlegen will.

[2]) Für das Studium dieser Verhältnisse dürfte auch die Echiuruslarve ein günstiges Object sein. Ich hatte seiner Zeit bei Untersuchung der Echiurusentwicklung

In Bezug auf die Ontogenie vertheidige ich die Anschauung, dass die Muskelfelder des Kopfes aus dem Rumpfe in den Kopf hineinwachsen, im Gegensatze besonders zu Kleinenberg, der die Ansicht vertritt, dass die Mesodermgebilde des Kopfes im Kopfe selbst (und zwar vom Ektoderm aus) entstehen.

Ich halte dafür, dass in Bezug auf diese Punkte die phylogenetischen Vorgänge ganz ähnlich den bei Polygordius beobachteten ontogenetischen Vorgängen verliefen.

Die Mesodermgebilde des Trochozoon verhielten sich ähnlich, wie die primären mesodermalen Organe, welche wir im Kopfabschnitt der Trochophora-Larve finden. Ich habe dies schon in einer früheren Abhandlung zu erörtern versucht. Mit der Entwicklung des Rumpfes, der allmälig zum überwiegend grösseren Körperabschnitt wurde, kamen neuartige Differenzirungen des Mesoderms zur Ausbildung, die Anfangs nur auf die Rumpfregion beschränkt waren. Die neugebildeten Muskeln im Rumpfe (der Hautmuskelschlauch) haben einen Charakter, der typisch verschieden ist von demjenigen der älteren Organe, die im Kopfabschnitte liegen. Es ist ein Verdienst der Brüder Hertwig, diese typische Verschiedenheit theoretisch besonders betont zu haben. Die primären Längsmuskeln des Kopfes zeigen jenen Typus, welcher von Hertwig als Mesenchymmuskel bezeichnet wird. Die Längsmuskelfelder des Hautmuskelschlauches aber sind Epithelmuskeln. Erst secundär wuchsen Fortsätze des Hautmuskelschlauches in die Kopfregion hinein und dann erst wurden die primären Organe des Kopfes rückgebildet.

Es ist aber noch die Frage zu beantworten, nach welchem speciellen Modus das Hineinwachsen der secundären Mesodermbildungen in den Kopf phylogenetisch vor sich ging?

Bei Polygordius wachsen ontogenetisch nur die Gebilde des parietalen Blattes in den Kopf hinein und auch diese nicht als continuirliche Schichte, sondern als einzelne Fortsätze der Muskelfelder des Rumpfes. Ist etwa dieser Modus der palingenetische?

Balfour legte grosses Gewicht auf die Beobachtung Kleinenberg's, nach welcher im Kopfe von Lumbricus rechts und links je eine gesonderte Mesodermhöhle auftritt, die mit der entsprechenden Höhle des ersten Ursegmentpaares im Zusammenhang steht. Man könnte mit Rücksicht auf dieses Verhalten sich vorstellen, dass phylogenetisch zwei vollständige Fortsätze der Coelomsäcke in den Kopfabschnitt hineinwachsen. Doch ist gegen diese

diesen Punkten nicht die genügende Aufmerksamkeit gewidmet und erhoffe von meinen Nachfolgern eine Ergänzung.

Ansicht das anatomische Verhalten der Kopfhöhle bei den Archianneliden geltend zu machen. Bei diesen niedersten Formen fehlt schon das dorsale und ventrale Mesenterium im Kopfe und es ist ferners die Kopfhöhle von der Höhle des ersten Metamers schon durch ein Dissepiment getrennt. Das können aber auch secundäre Umgestaltungen sein.

Ich halte diese specielle Frage bis auf Weiteres für unentschieden. Man kann noch präciser die Frage stellen: ob die Kopfhöhle als primäre oder secundäre Leibeshöhle aufzufassen sei, und ob der mesodermale Ueberzug des Oesophagus vom splanchnischen Mesodermblatt abstamme?

Erklärung der Abbildungen.

Bezeichnungen:

An After.
d. lm I primärer dorsaler Längsmuskel des Kopfes.
d. lm II secundärer dorsaler Längsmuskel des Kopfes.
m. oes. Muskelfaden, der von der Scheitelplatte zum Oesophagus zieht.
N periphere Nervenäste.
Neph Kopfniere.
O Mund.
$R N_1$ Ringnerv des präoralen Wimperkranzes.
$R N_2$ Ringnerv des postoralen Wimperkranzes.
S C Schlundcommissur.
v. lm I primärer, ventraler Längsmuskel des Kopfes.
v. lm II secundärer, ventraler Längsmuskel des Kopfes.

Fig. 1. Eine ganze Larve, von hinten gesehen. Der Rumpf ist gegen den Rücken umgeschlagen. In demselben sind schon einige Ursegmente differenzirt, doch sind dieselben in der Zeichnung nicht dargestellt. Die Wimpern des präoralen Kranzes sind weggelassen, die des postoralen Kranzes sind nur in der Region des Mundes gezeichnet. Das Nervensystem der postoralen Region (S C, $R N_1$, N) ist eingezeichnet.

Fig. 2. Der seitliche Theil der früheren Zeichnung bei stärkerer Vergrösserung. An einer Stelle sind die Zellen des präoralen Wimperkranzes und die streifige Structur derselben, die zu den Wimpern in Beziehung steht, eingezeichnet.

Fig. 3. Kopf und ein Theil des Rumpfes von einer Larve mit beträchtlich verkleinerter Kopfblase, von der Seite gesehen. Es ist namentlich die Commissur dargestellt, ferners die primären und secundären Muskeln des Kopfes.

Fig. 4. Der ventrale secundäre Längsmuskel des Kopfes in seinem Verhältnisse zur Commissur.

a, von der in Fig. 3 dargestellten Larve,
b, erstes Auftreten des Muskels.

Fig. 5. Optischer Querschnitt der in das Ektoderm gebetteten Schlundcommissur, aus der präoralen Zone.

Nachtrag.

Vom Hinterende der Schlundcommissur entspringen bei der Trochophoralarve von Polygordius ausser jenem Nervenpaare, welches in der Richtung zum Munde verläuft, noch ein dorsales Nervenpaar, welches gegen den dorsalen Theil der Wimperzone hin sich verästelt. In der Abbildung fehlt dasselbe.

Fig. 1.

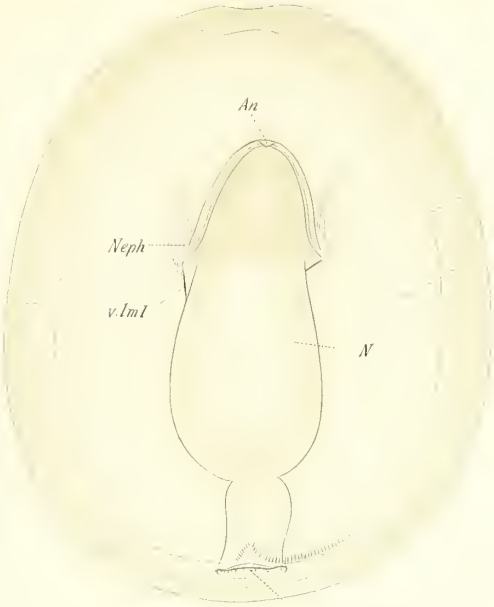


Fig. 2.

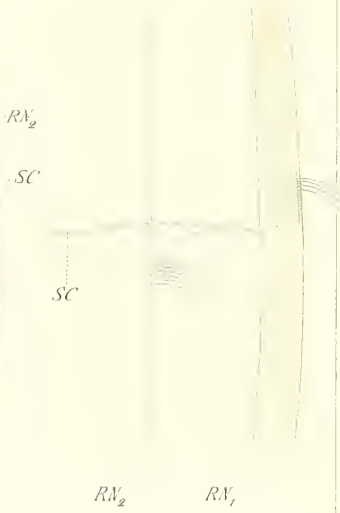


Fig. 3

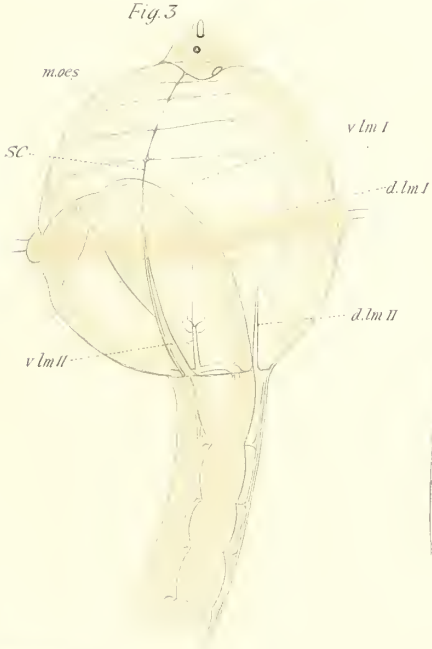
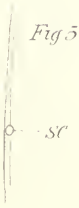


Fig. 4

Fig. 5



Hatschek del. Verl. v. Alfred Holder, K.K. Hof- u. Universitäts-Buchhandl. Wien. Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

Entwicklung der Trochophora
von
Eupomatus uncinatus, Philippi
(Serpula uncinata).

Von
Dr. B. Hatschek.

(Mit 5 Tafeln.)

Einleitung.

Im Sommer des Jahres 1881 fand ich im „Pantano“ am Faro bei Messina eine sehr kleine und durchsichtige Chaetopodenlarve, die in sehr schöner Weise den Lovén'schen Typus repräsentirt, und die mein besonderes Interesse dadurch erregte, dass sie ein Paar Gehörbläschen besitzt, die genau an jener Stelle liegen, wo sich dieselben Gebilde bei den Molluskenlarven finden. Die Gehörbläschen liegen auch noch bei älteren Larven, zu Ende der Metamorphose, in der postoralen Kopfregion und es erschien wahrscheinlich, dass dieselben bei dieser Annelidenart im entwickelten Thiere persistiren. Diese Verhältnisse deuten auf eine Homologie der Gehörorgane der Mollusken und Anneliden. Die Betrachtung dieser Larve begründet die Idee, dass die Gehörbläschen schon bei dem „Trochozoon“ auftraten und von diesem sowohl den Mollusken, als auch den Anneliden [1]) weiter vererbt wurden.

Die betreffende Larve, die ich in Fig. 52—54, Taf. V, abgebildet habe, besitzt eine eigenthümliche Ektodermblase am Hinterende, und ich vermuthete mit Berücksichtigung eines ähnlichen, von Stossich bei Serpulidenlarven beobachteten Gebildes, dass auch hier eine Serpulidenlarve vorliege. Dies veranlasste mich, gelegentlich in Triest durch künstliche Befruchtung die Stossich'sche

[1]) Den ursprünglichsten Annelidenformen (Archi-Anneliden) fehlen wohl die Gehörorgane und sie kommen in dem Annelidenstamme überhaupt nur vereinzelt vor; ich mache aber die Annahme, dass diese Organe in allen jenen Fällen, wo sie vermisst werden, durch Rückbildung verloren gegangen sind.

Serpulidenlarve zu ziehen, und ich erhielt thatsächlich eine Larve, die mit der von mir am Faro beobachteten sehr nahe verwandt ist. Die Larve von Serpula uncinata (oder Eupomatus unc.)[1] zeigt sehr schön den Lovén'schen Typus, was man freilich nach der Darstellung von Stossich kaum vermuthen konnte.

Hier schien mir nun ein Object vorzuliegen, wie ich es zur Förderung gewisser entwicklungsgeschichtlicher Fragen, die mich seit längerer Zeit beschäftigten, für sehr geeignet hielt. Denn wenn auch der Bau der Lovén'schen oder Trochophora-Larve ziemlich genau bekannt war, so liessen doch unsere Erfahrungen über die Entwicklung einer solchen Larve aus dem Ei noch Manches zu wünschen übrig, und zwar besonders in Bezug auf jene Fälle, wo die Gastrulation durch Einstülpung (Embolie) erfolgt. Namentlich war es das Verhältniss der Gastrula-Achse zur Trochophora-Achse und die Veränderungen am Gastrulamunde, deren Beobachtung mir wünschenswerth erschien. In der That erwies sich bei näherer Untersuchung das Object zur Lösung dieser Fragen noch über Erwarten günstig. Ich fand meine früheren Anschauungen über diese Punkte in äusserst klarer Weise bestätigt und es ward auch manche neue Anregung durch die beobachteten Processe gegeben.

Die vorliegende Untersuchung über Entwicklung von Eupomatus wurde im Juni 1883 ausgeführt. In der Zwischenzeit ist nun über ein ähnliches Object eine schöne Arbeit vom Freiherrn v. Drasche veröffentlicht worden und es sind von ihm schon die groben Irrthümer Stossich's widerlegt.

Dennoch scheint mir die Publikation meiner unabhängig von dieser Arbeit angestellten Untersuchungen nicht ganz überflüssig geworden, da ja jeder Untersucher auf andere Punkte seine bebesondere Aufmerksamkeit lenkt, und auch weil mein Object gerade in einer kritischen Entwicklungsperiode für die Beobachtung viel günstigere Verhältnisse darzubieten scheint.

Beobachtungen über Eupomatus uncinatus.

Historisches.

Die Angaben von Stossich über die Entwicklung von Serpula uncinata[2] sind zum grössten Theile unrichtig. Ich will die

[1] Nach der von Dr. E. Graeffe freundlichst mitgetheilten Bestimmung des Wurmes.

[2] M. Stossich, Beiträge zur Entwicklungsgesch. d. Chaetopoden. Sitzb. d. Acad. d. Wiss. B. LXXVII, Wien 1878.

Aufzählung und Erklärung aller seiner Irrthümer unterlassen. Man wird finden, dass seine Abbildungen meist gänzlich unvereinbar mit den hier vorliegenden und sogar in Bezug auf die äussere Form ganz verschieden sind; ich will zur Erklärung dessen nur erwähnen, dass Stossich zumeist nur abnorm entwickelte Embryonen, wie sie in ganz kleinen Gefässen bei Mangel an Sauerstoff sich bilden (aber auch diese nicht richtig) beobachtete, und dass er, da er die Trochophora-Larve bei Mangel an Nahrung degeneriren und zu Boden sinken sah, glaubte, die Festsetzung beobachtet zu haben. In Wirklichkeit steht diese Larve erst am Anfang einer lange dauernden Larven-Periode, während welcher sehr wesentliche Neubildungen und Veränderungen in der Organisation und ein bedeutendes Wachsthum erfolgen. Dies wurde schon von Freiherrn v. Drasche an dem nahe verwandten Pomatoceros nachgewiesen. [1]) Auch hat derselbe jene Ansicht Stossich's, die oft citirt wurde, widerlegt, die Angabe nämlich, dass der Gastrulamund in den After übergeht. Drasche hat gezeigt, dass der letzte Rest des Gastrulamundes zur bleibenden Mundöffnung in Beziehung steht.

Die Untersuchungen v. Drasche's geben uns einen guten Ueberblick des ganzen Entwicklungsganges in seinen Hauptzügen. Ich werde auf seine Angaben weiterhin im Einzelnen zurückkommen.

Meine eigene Untersuchung betrifft nur die erste Entwicklung, vom befruchteten Ei bis zu dem typischen Trochophora-Stadium, welches den Ausgangspunkt der Larvenperiode bildet.

Untersuchungs-Methoden und Angaben über die Entwicklungsdauer.

Da Eupomatus uncinatus in Triest zu den häufigsten Röhrenwürmern gehört, da die künstliche Befruchtung seiner Eier leicht gelingt und die Entwicklung dann bei den einfachsten Vorsichtsmassregeln sehr gut und normal vor sich geht, so ist die Beschaffung des Untersuchungs-Materiales als eine sehr günstige zu bezeichnen. Im Mai fand ich die Geschlechtsproducte des Wurmes anscheinend reif, doch erwiesen sich die befruchteten Eier noch nicht als vollkommen entwicklungsfähig, denn sie ergaben meist abnorme Embryonen, die bald abstarben. Erst im Juni gelang die Züchtung vollkommen und bis zum Ende meines Aufenthaltes, nämlich bis Anfangs Juli, waren die Geschlechtsproducte von Eupomatus stets in reichlicher Menge und vollkommen entwicklungsfähig vorhanden.

Die künstliche Befruchtung wurde in kleineren Gefässen (Uhr-

[1]) R. v. Drasche, Beitr. z. Entw. d. Polychaeten (I. Entw. v. Pomatoceros triqueter L.) Wien 1884.

schälchen) vorgenommen, wobei die Eier einer grösseren Anzahl von Weibchen mit einer kleinen Quantität Sperma im Seewasser gemengt wurden. Am besten ist es, solche Eier zu nehmen, die von den unverletzt aus der Röhre gezogenen Würmern durch die segmentalen Poren von selbst entleert werden. Sodann wurden die Eier in mässig grossen Glasgefässen von etwa 0·1 bis 0·2 Liter Inhalt, die mit gut durchlüftetem Seewasser gefüllt und einer Glasplatte geschlossen wurden, der Entwicklung überlassen.

Die Untersuchungs-Methode beschränkte sich auf Beobachtung des lebenden Objectes. Wo diese Methode ausreicht, ist sie für das Studium von derlei Entwicklungsvorgängen auch die sicherste. Es war mir nur noch die Erforschung einiger histologischer Details der jungen Larve mit Hilfe von Reagentien erwünscht. Doch war ich leider genöthigt, meine Untersuchung abzubrechen, ehe ich dies ausführen konnte.

Trotz der einfachen Methode ist die Untersuchung doch nicht ohne Schwierigkeiten. Es handelt sich um die genaueste Orientirung des Objectes. Ich bringe zu dem Zwecke an den Ecken des Deckgläschens Wachsfüsschen an; dieselben ermöglichen entsprechendes Niederdrücken und Verschieben des Gläschens; das Object kann auf diese Weise gewälzt werden, bis es die richtige Lage einnimmt. Da aber dasselbe dabei nicht gedrückt werden darf, so erfordert diese Operation — bei der geringen Grösse des Objectes — einige Uebung.

Ich will hier Einiges über die Dauer der Entwicklung mittheilen. Die Entwicklung wird durch höhere Temperatur beschleunigt, durch niedere Temperatur verlangsamt. Die nachfolgenden Angaben sind Durchschnittszahlen, die aus mehrfachen Beobachtungsreihen gezogen wurden.

Innerhalb der ersten 24 Stunden ist die eigentliche Embryonal-Entwicklung vollendet. Nach Ablauf dieser Zeit bricht nämlich die Mundöffnung durch, oder genauer gesagt, es reisst die Eimembran, welche bis zu diesem Zeitpunkte die Oeffnung verschloss, an dieser Stelle ein. Die Larve kann wahrscheinlich von dieser Zeit an schon Nahrung aufnehmen. Es ist das Stadium der Fig. 41 (Taf. IV) erreicht, wo die Organe der Trochophora-Larve im Wesentlichen schon angelegt sind.

Der wichtigste Theil der Entwicklungsvorgänge ist also in den ersten 24 Stunden zu beobachten. Innerhalb der ersten fünf Stunden erfolgt die Furchung, welche auf Taf. I abgebildet ist. — In den nächsten 4 Stunden, also von der 5.—9. Stunde,

findet die Sonderung des Mesoderms und die Gastrulation statt; diese Stadien sind auf Taf. II abgebildet. — In den folgenden 9 Stunden, nämlich von der 9.—18. Stunde, wird die Schliessung des Gastrulamundes vollendet (Fig. 25, Taf. III), der Oesophagus gebildet und der Urdarm sondert sich in Magen und Dünndarm (Taf. III, Fig. 29—36). — Von der 18.—24. Stunde werden besonders die primären Mesodermgebilde weiter entwickelt (Taf. IV, Fig. 37—42).

Im Verlaufe des zweiten Tages sind die Fortschritte der Organisation relativ unbedeutend (Taf. IV, Fig. 43, 44). Die Larve gewinnt nur ausgeprägtere Form und wird durch Resorption der feinen Dotterkörnchen ganz durchsichtig.

Am dritten Tage bilden sich die Gehörbläschen und die Kopfniere beginnt zu functioniren (Taf. V, Fig. 48, 49). Damit ist das Trochophora-Stadium zur vollkommenen Ausbildung gelangt.

Man kann die Larven in den Gläsern wohl noch eine Reihe von Tagen am Leben erhalten, doch sind nur noch geringe Fortschritte der Organisation zu beobachten, und es zeigen sich bald Folgen des Nahrungsmangels (wie bei der in Fig. 50, Taf. V, abgebildeten Larve vom vierten Tage).

Furchungsperiode.

Das Ei von Eupomatus uncinatus ist kuglig (Pomatoceros besitzt linsenförmige Eier, und auch die Larve vom Faro entwickelt sich wahrscheinlich aus einem sehr kleinen linsenförmigen Ei) und misst 0·09 Mm. im Durchmesser. Das Protoplasma des Eies ist mit kleinen Dotterkörnchen erfüllt und ziemlich durchsichtig. Die Farbe desselben ist blass-ziegelroth und betrifft sowohl die durchsichtige Substanz des Plasmas, als auch besonders die feinen Dotterkörnchen. Das reife Ei besitzt ein grosses Keimbläschen und eine dicke, homogene Eimembran (Zona pellucida).

Das Verschwinden des grossen Keimbläschens, die Ausstossung der Richtungskörperchen, die Befruchtung, die Bildung des Kernes in der „ersten Furchungskugel", die Vorgänge der Zelltheilung — alle diese, soweit von mir beobachtet, typisch verlaufenden Processe sollen hier nicht näher erörtert werden.

Die Richtungskörper bleiben an ihrer Austrittsstelle liegen und bezeichnen — wie dies nun als allgemein giltige Regel erkannt ist — den animalen Pol. Beim Austritt der drei Richtungskörper wird oberhalb derselben die Eihaut buckelförmig ausgebuchtet, und diese Ausbuchtung, welche einen mit Flüssigkeit er-

füllten Hohlraum einschliesst, bleibt bis nach Ablauf der Furchungsperiode bestehen. In Taf. I, Fig. 1 ist das Stadium nach vollendeter Ausstossung der Richtungskörper dargestellt; der neue Kern ist am lebenden Objecte noch nicht sichtbar.

Die Furchung verläuft sehr ähnlich derjenigen von Pomatoceros, die uns durch die Untersuchungen v. Drasche's bekannt geworden ist. Nur ist aus seinen Angaben nicht ersichtlich, ob sie in den letzten Stadien in demselben Grade inäqual wird, wie es in unserem Falle zu beobachten ist.

Die erste Furche geht vom animalen Pole aus (wie dies allgemeine Regel ist) und umgreift rasch die ganze Peripherie; sie theilt das Ei oder die „erste Furchungskugel" in zwei gleiche Hälften. Während der Zweitheilung bildet sich in den meisten Fällen am vegetativen Pole eine zweite Ausbuchtung der Eihaut, die oft bis zum Ende der Furchungsperiode sich erhält (Taf. I, Fig. 2).

Auch die zweite Furche nimmt vom animalen Pole ihren Ausgang. Von dieser Theilung werden beide Zellen gleichzeitig betroffen; die Theilungsebene liegt meridional und senkrecht zur ersten, so dass dadurch vier gleiche Zellen entstehen, welche regelmässig im Kreuz um die Hauptachse angeordnet sind (Taf. I, Fig. 3, 4).

Durch eine äquatoriale Furche werden nun gleichzeitig alle vier Zellen je in zwei ungleiche Theilstücke getheilt. Es resultiren vier kleinere obere und vier grössere untere Zellen. Nachdem die Theilung vollendet ist, vollzieht sich rasch eine Lageveränderung der Zellen, welche für den weiteren Gang der Furchung von Bedeutung ist. Das obere Zellenkreuz verändert seine Lage gegen das untere durch eine Drehung, ähnlich wie sie bei der Furchung der Gastropoden etc. beobachtet wird. Aber der Drehungswinkel beträgt nicht wie bei den Gastropoden 45°, sondern nur die Hälfte von 45°. Die Drehung erfolgte so, dass bei Ansicht vom animalen Pole die oberen Zellen gegen die unteren von links nach rechts (also im Sinne des Uhrzeigers) verschoben sind. Bei Ansicht von der Seite (Taf. I, Fig. 5) sehen wir, dass dabei die früher horizontale Grenzebene, in welcher je eine obere und untere Zelle einander berühren, sich der Verschiebung entsprechend schief gestellt hat. Man kann, um die Umlagerung der Zellen zu charakterisiren, auch sagen, dass sich je eine obere und zugehörige untere Zelle ohne gegeneinander ihre Lage wesentlich zu verändern zusammen zur Hauptachse schief gestellt haben, und zwar in der Weise, dass (vom Beobachter aus) die obere Zelle nach links, die untere nach rechts verschoben erscheint. Am besten wird die Abbildung (Taf. I, Fig. 5), in welcher

auch die hinteren Zellen mit punktirten Linien angedeutet sind, diese Verschiebung der Zellen erläutern. In diesem Stadium tritt auch schon die Furchungshöhle, anfangs nach beiden Polen offen, auf.

Der nächste Theilungsprocess betrifft alle acht Zellen gleichzeitig und führt zum 16zelligen Stadium. Die Theilung sämmtlicher acht Zellen wäre in Bezug auf ihre ursprüngliche Lage eine meridionale zu nennen, doch da die Zellen eine schiefe Lage eingenommen haben, so sind auch die neuen Theilungsebenen entsprechend schief gestellt und die Theilstücke kommen nicht nebeneinander, sondern schief übereinander zu liegen (Taf. I, Fig. 6). Jede der vier oberen Zellen theilt sich so, dass das rechtsseitige Theilstück gegen den animalen Pol, das linksseitige gegen den Aequator zu liegen kommt. Jede der vier unteren Zellen theilt sich so, dass ihr rechtsseitiges Theilstück gegen den Aequator, das linksseitige (etwas grössere) gegen den vegetativen Pol liegt. Es bilden je vier Zellen eine Zone. Wir unterscheiden vier solcher übereinanderliegender Zonen. Jede Zone ist von der nächsten nur ungefähr eine halbe Zellbreite entfernt und die Zonen greifen daher ineinander. Von oben gesehen, erscheint, wenn wir die oberste Zone als die fixe betrachten, die zweite um etwa $22^1/_2{}^0$ nach rechts, die dritte um $22^1/_2{}^0$ nach links gedreht, und die Zellen der untersten Zone stehen wieder genau unter jenen der obersten (Fig. 6). — Die vier untersten Zellen sind etwas grösser als die übrigen zwölf, die untereinander ungefähr gleiche Grösse besitzen. Diese vier untersten Zellen repräsentiren, wie aus der weiteren Entwicklung hervorgeht, das Endoderm plus Mesoderm (man kann beides zusammen auch als primäres Endoderm bezeichnen), während die übrigen Zellen nur Ektoderm liefern. In Bezug auf die geschilderte Lage der Zellen muss noch besonders auf die Abbildungen verwiesen werden. Am wichtigsten ist die Seitenansicht (Fig. 6), die besonders mit der gleichen Ansicht der früheren Stadien (Fig. 5 und 3) verglichen werden möge. Die charakteristische Lagerung der Zellen ist unmittelbar nach der Theilung, wo die Zellen eine mehr sphärische Form besitzen, am besten ausgeprägt, so z. B. bei dem in Fig. 6 abgebildeten Stadium, wo der Theilungsprocess eben vollendet ist, so dass die neuen Zellkerne noch nicht einmal sichtbar sind. Der optische Durchschnitt (Taf. I, Fig. 7) zeigt die allseitig geschlossene Furchungshöhle. Auch die Ansicht vom animalen Pole (die vom vegetativen bietet ein ganz ähnliches Bild) ist sehr instructiv (Taf. I, Fig. 8).

Im weiteren Verlaufe der Furchung erfolgt nur eine Ver-

mehrung der Ektodermzellen. Zunächst theilen sich die vier oberen Zellen; die regelmässige Anordnung der hieraus resultirenden acht Zellen wird in den meisten Fällen durch Verschiebung alsbald gestört. Die acht Zellen, welche den zwei äquatorialen Zonen angehörten, ordnen sich in eine Ebene, so dass jetzt nur eine und zwar achtzellige, äquatoriale Zone vorliegt (Taf. I, Fig. 9).

Die Zellen am animalen Pole erfahren sodann noch weitere Vermehrung. Es ist möglich, dass dabei Theilstücke der äquatorialen Zellen nach oben rücken. Auch gegen den vegetativen Pol geben die äquatorialen Zellen Theilstücke ab, und zwar beobachte ich anfangs vier (wie dies in Taf. I, Fig. 11, abgebildet ist), später acht solcher Zellen. Ich betrachte dieses Stadium als Schluss der Furchungsperiode, da sich die Zellen nun epithelartig enger aneinander zu schliessen beginnen. Die Zahl der Zellen, die wegen der nicht mehr vollkommen regelmässigen Anordnung schwer ganz genau zu bestimmen ist (die bei tiefer Einstellung sichtbaren Zellen der anderen Seite sind schwer zu zählen), beträgt dann ungefähr 32, nämlich: 4 Zellen am animalen Pole, hierauf ein Kreis von ungefähr 8 Zellen, von welchen wahrscheinlich 4 von den oberen und 4 von den äquatorialen Zellen abstammen, dann 8 äquatoriale Zellen und 8 (anfangs, wie in Fig. 11, nur 4) untere Abkömmlinge derselben, und endlich am unteren Pole die vier grossen Zellen.

Periode der Blastula.

Die Zellen schliessen sich nun auch an der Oberfläche enger aneinander und legen sich dabei dicht an die Eimembran. Nur am animalen Pole bleibt ein kleiner Hohlraum, und zwar innerhalb jener Ausbuchtung der Eimembran, die von der Bildung der Richtungskörper herrührt (Taf. II, Fig. 13—16). Die Richtungskörper, die früher dort lagen, sind verschwunden; dieselben sind entweder zerfallen oder in den Embryo aufgenommen; ich habe keine directe Beobachtung über ihr Schicksal gemacht. Etwas später verflacht sich aber auch diese Ausbuchtung der Eimembran und der kleine Hohlraum verschwindet (Taf. II, Fig. 17).

Die bedeutsamste Formveränderung zeigen die vier unteren Zellen; sie erscheinen von den Seiten her zusammengedrückt und daher im Frontalschnitt (Fig. 14) viel schmäler als im Medianschnitt (Fig. 13). Es wird dadurch möglich, von diesem Stadium an die Medianebene zu unterscheiden. Doch ist die orale und anale

Seite [1]) noch nicht zu unterscheiden und die Form hat äusserlich (soweit die Beobachtung reicht) noch den „zweistrahlig symmetrischen“ Bau.

Die vier Endodermzellen vermehren sich nun sowohl in der Richtung der Frontalebene als auch in der Richtung der Medianebene. Im Frontalschnitt sehen wir nun je vier Zellen nebeneinander (Taf. II, Fig. 16) und ebenso im Medianschnitt vier Zellen hintereinander liegen (Taf. II, Fig. 15). Bei der letzteren Ansicht sehen wir die zwei Zellen an dem analen Rande (je eine Zelle rechts und links von der Medianebene) durch besondere Eigenthümlichkeiten ausgezeichnet (Fig. 15, M); es ist nun Oral- und Analseite und damit auch rechts und links unterscheidbar. Von jetzt an erkennen wir also die Form als bilateral symmetrisch.

Von den ursprünglichen vier Endodermzellen (Taf. II, Fig. 13 und 14) gehören zwei der rechten, zwei der linken Körperseite an. Die beiden Ebenen, welche die kreuzförmige Zellgrenze dieser vier Zellen bilden, sind bis auf das vierzellige Furchungsstadium (Taf. I, Fig. 4) zurückführbar. Eine dieser beiden Ebenen — und aus theoretischen Gründen kann wohl vermuthet werden, dass es von Anfang an eine bestimmte ist — entspricht der Medianebene. Da wir dieselbe durch Beobachtung erst in einem viel späteren Stadium (Fig. 13, 14) bezeichnen können, so bleibt es unentschieden, ob die „erste Furche“ der Medianebene oder der Frontalebene entspricht.

Jene zwei charakteristischen Zellen des Endodermfeldes, welche die anale Seite bezeichnen, sind leicht kenntlich, da sie durch Zusammenziehung eine mehr sphärische Form annehmen und sich dadurch von den übrigen Endodermzellen zu sondern beginnen; sie treten nach rückwärts ein wenig aus der Zellreihe des Endodermfeldes heraus (Taf. II, Fig. 15). Diese zwei Zellen repräsentiren die Anlage des Mesoderms, es sind die sogenannten „Ur-Mesodermzellen“.

Obwohl man nun für alle Zellen ihre Bestimmung in Bezug auf die Keimblätterbildung schon angeben kann, so ist doch die Anordnung derselben noch eine solche, wie sie für das Stadium der Blastula (Haeckel) charakteristisch ist. Schon in diesem frühen Stadium aber tritt ein, anfangs sehr zarter, äquatorialer Wimperkranz auf (Fig. 15); derselbe erweist sich durch die weitere Entwicklung als identisch mit dem präoralen Wimperkranze der Larve.

[1]) Da die Termini „Bauch- und Rückenseite“ für die Embryonen nicht ohneweiters in demselben Sinne anwendbar sind, wie für die Larve, so verwende ich für die frühen Stadien die Ausdrücke „Oral- und Analseite“.

Der Wimperkranz liegt genau äquatorial zur primären Hauptachse; dies ist hier direct ersichtlich, da in diesem frühen Stadium die primäre Achse noch durch keinerlei Verschiebung gestört ist.

Etwas später, nämlich zu Beginn der Gastrulabildung, treten genau am animalen Pole, in der Mitte des vom Wimperkranze umsäumten Scheitelfeldes, einige, zunächst auch noch sehr zarte Wimpern auf (Taf. II, Fig. 19). Dieselben sind die ersten Anfänge des Wimperschopfes, welcher bei der Larve in der Mitte der Scheitelplatte wurzelt.

Alle diese Wimperbildungen durchbohren trotz ihrer grossen Zartheit die Eimembran, in welcher keinerlei vorgebildete Poren sichtbar waren.[1])

Periode der Gastrulabildung und Schliessung des Gastrulamundes.

In den folgenden Entwicklungsstadien findet die Einstülpung des Endoderms und die Sonderung der Ur-Mesodermzellen statt und sodann die partielle Schliessung des Gastrulamundes.

Betrachten wir zunächst die Einstülpung des Endoderms. Die Zellen des Endodermfeldes lösen sich wieder von der Eimembran los; sie heben sich von derselben ein wenig ab und es entsteht ein anfangs flacher, linsenförmiger, von Flüssigkeit erfüllter Hohlraum am vegetativen Pole. Dieser Hohlraum ist für die Stadien, wo die Einstülpung vor sich geht, charakteristisch und er verschwindet wieder mit der Vollendung der Einstülpung und Schliessung des Gastrulamundes.

Die Vertiefung der Einstülpung ist von allem Anfang an von einer Verengerung des Gastrulamundes begleitet. Diese beiden Processe stehen in innigstem Zusammenhang. Das Ektoderm nimmt vom Stadium der Fig. 15 an immer mehr an Dicke ab und an Flächenausdehnung zu und rückt daher gegen den vegetativen Pol vor; dadurch wird sowohl der Gastrulamund verengert, als auch das Endoderm tiefer nach innen gedrängt.

Das Vorrücken des Ektoderms beginnt an den beiden Seiten des Gastrulamundes viel früher als am vorderen und hinteren Rande. Der Beginn dieses Vorganges liegt schon in der seitlichen Comprimirung des Endodermfeldes in den Stadien der Fig. 13—16 vor. Man kann aus der Form der Zellen schliessen, dass das Endoderm dabei der passive Theil ist. Die Endodermmasse ist anfangs

[1]) Als Curiosum ist zu erwähnen, dass Schenk (Wiener Sitzb. B. 70, 1874) die Wimpern auf Spermatozoen zurückführt, wogegen Stossich (l. c.) mit Recht polemisirt.

nach der Oberfläche zu noch breit, während der verschmälerte innere Theil und die eingebogene seitliche Begrenzung schon die Wirkung des seitlichen Druckes erkennen lassen (Fig. 14 und 16). Dann weicht auch an der Oberfläche die Endodermmasse den vorrückenden Ektodermzellen; sie wird aber in der Tiefe in Folge dessen wieder breiter (Fig. 18). Endlich rücken die Seitenränder des Ektoderms so weit vor, dass die Endodermmasse aussen schmal und innen breit erscheint (Fig. 20). Man beachte die Formveränderung, welche die Endodermzellen dabei erfahren. Sie sind anfangs keilförmig, wobei das äussere Ende der Zellen breiter ist (Fig. 14 und 16); dann werden sie cylindrisch (Fig. 18) und zuletzt wieder keilförmig, aber mit dem breiteren Ende nach einwärts (Fig. 20). Die Zellen erscheinen dann auf dem Querschnitte fächerförmig angeordnet. Erst später prägt sich die fächerförmige Anordnung auch im Medianschnitt aus (Fig. 21). Die Endodermzellen krümmen sich dann ein wenig nach der analen Seite (Fig. 23).

In den Stadien, wo der Gastrulamund schon bedeutend verengt ist, liegt er noch nahezu central am vegetativen Pole (Fig. 21, 23). Erst in den letzten Stadien der Gastrulaschliessung wird er merkbar excentrisch (Taf. III, Fig. 25).

Das Einstülpungslumen ist, so lange die Endodermzellen eine mehr passive Rolle spielen, nur wenig tief; es ist in diesen Stadien sogar nur selten so tief, wie es in Taf. II, Fig. 23 und 24, abgebildet ist. Es erfolgt aber alsbald eine, wahrscheinlich active Zusammenziehung der Endodermzellen; sie wandeln ihre hohe cylindrische oder eigentlich keilförmige Gestalt in eine kubische um; dabei wird nun das Einstülpungslumen zu einem längeren, aber sehr engen Canal ausgezogen (Taf. III, Fig. 25 und 27).

Nun ist der Gastrulamund zu einer kleinen Oeffnung verengt, welche bedeutend gegen die orale Seite verschoben ist (Fig. 25). Die excentrische Lage ist daraus zu erklären, dass der Gastrulamund sich spaltförmig von hinten nach vorne geschlossen hat und dass die kleine Oeffnung nur dem vordersten Theil des Spaltes entspricht. Für diese Auffassung ist der Nachweis von Wichtigkeit, dass hinter der kleinen persistirenden Oeffnung, dort wo das Ektoderm sich vom Endoderm schon vollkommen gesondert hat, noch ein deutlicher Spalt im Ektoderm, eine Naht oder „Gastrula-Raphe", zu beobachten ist (Taf. III, Fig. 26). Man kann diesen Spalt am optischen Frontalabschnitt selbst noch ziemlich lange Zeit nach der Schliessung des Gastrulamundes nachweisen (Taf. III, Fig. 30).

Die Sonderung der Urmesodermzellen findet schon bei Beginn der Endodermeinstülpung statt. Der Process erfolgt im Wesentlichen in derselben Weise, wie er schon mehrfach, bei Mollusken, Anneliden, Gephyreen, Bryozoen und Crustaceen geschildert wurde. Die Zellen ziehen sich zusammen und streben, die kugelförmige Gestalt anzunehmen (Taf. II, Fig. 15), sie verlieren dadurch ihren innigen Zusammenhang mit den anderen epithelartigen Zellen und werden dann, wenn durch das Vorrücken des Ektoderms der seitliche Druck sich steigert, aus der Reihe der epithelartigen Zellen gedrängt, so dass sie nach Innen in die Furchungshöhle gelangen. Die Mechanik dieses Vorganges wird bei Betrachtung der Taf. II, Fig. 15—20, wohl am besten ersichtlich werden.

Während der Gastrulabildung erhoben sich die Embryonen mittelst der immer kräftiger functionirenden Flimmerapparate vom Boden des Gefässes und sammelten sich allmälig dicht unter der Oberfläche des Wassers an.

Bildung der Larvenorgane aus den Keimblättern.

Rings um die kleine Oeffnung, welche als letzter Rest des Gastrulamundes übrig bleibt, zieht sich das Ektoderm zusammen und senkt sich trichterförmig ein (Taf. III, Fig. 27, 29). Die Ektodermeinsenkung wächst immer weiter nach Innen, das Endoderm vor sich herschiebend (Taf. III, Fig. 33). Sie bildet die Anlage des Oesophagus. Das Lumen dieser Ektodermeinwucherung ist nur durch einen centralen Spalt, um welchen sich die Zellen anordnen, angedeutet. Dieses zapfenförmige Gebilde verschiebt sich während seiner Entwicklung, es rückt immer weiter vom vegetativen Pole weg und nähert sich immer mehr dem oralen Rande des Wimperkranzes. Dies beruht darauf, dass zur Bildung des Oesophagus das Ektoderm der oralen Seite in überwiegendem Masse in Anspruch genommen wird; ferners darauf, dass das Ektoderm zwischen Oesophagus und analem Rande des Wimperkranzes, sich verdünnt und ausdehnt, während das Ektoderm zwischen Oesophagus und oralem Rande des Wimperkranzes sich verdickt und zusammenzieht. Später wird das letztere ganz in die Bildung des Oesophagus einbezogen, so dass derselbe dann unmittelbar an die Zellen des Wimperkranzes grenzt.

Während der Bildung des Oesophagus verändert sich auch die Endodermmasse. Sie verlängert sich zunächst und biegt nach hinten um (Taf. III, Fig. 27 und 29); das hintere verschmälerte Ende wächst sodann in einen anfangs soliden Fortsatz aus (Taf. III,

Fig. 33), welcher nach unten gegen das Ektoderm gerichtet ist und dasselbe an jener Stelle berührt, wo später der After durchbricht. Die Zellen dieses Gebildes sind anfangs locker angeordnet und nach aussen sphaerisch vorspringend (Fig. 33), schliessen sich aber alsbald enger aneinander, ein cylindrisches Gebilde zusammensetzend, welches die Anlage des Dünndarms bildet (Fig. 34). Der Darmcanal zeigt jetzt drei Abtheilungen, den ektodermalen Oesophagus und zwei endodermale Abschnitte, nämlich einen grösseren Abschnitt, den später kugelförmig aufgetriebenen Magen, und einen kleineren Abschnitt, den später schlauchförmig engen Dünndarm. Die nächste Veränderung ist die Bildung des Lumens aller drei Abtheilungen und das Auftreten von Wimpern zunächst im Magen (Taf. III, Fig. 36), später im Dünndarm und zuletzt erst im Oesophagus (Taf. IV, Fig. 41).

Durch jene früher erwähnte Ausdehnung des Ektoderms an der analen Seite der unteren Hemisphäre wird bewirkt, dass auch die Polzellen des Mesoderms sich verschieben (Taf. III, Fig. 29), so dass sie allmälig dem animalen Pole gegenüber zu liegen kommen (Taf. III, Fig. 33) und dann das Hinterende bezeichnen. Diese Verschiebung dauert sehr lange und ist erst an der jungen Larve (Taf. IV, Fig. 41) ganz vollendet.

Die Urmesodermzellen theilen sich jede alsbald, nachdem sie sich vom Endoderm gesondert haben, in eine grössere Polzelle, die an dem ursprünglichen Platze der Urzelle liegen bleibt, und eine oralwärts rückende, kleinere Tochterzelle (Taf. III, Fig. 26). Diese charakteristische Art der Theilung ist auch im weiteren Verlaufe der Entwicklung immer von Neuem zu beobachten. Von den Polzellen theilen sich stets kleinere Tochterzellen ab, die sich weiter differenziren, während das grössere Theilstück als Polzelle an dem ursprünglichen Orte bleibt und im indifferenten Zustande verharrt. Die Polzelle wird während der Embryonal-Entwicklung durch die wiederholten Theilungsprocesse immer kleiner, aber sie ist in jedem Stadium die grösste der vorhandenen Mesodermzellen.

Die Polzellen geben nach zwei Richtungen Theilzellen ab, nämlich einerseits in der Richtung gegen die Mundöffnung und andererseits nach der analen Seite. Die letzteren Zellen sind nur von geringer Anzahl und liefern glatte Muskelzellen für den Dünndarm der Larve (mes * in Taf. III und IV, Fig. 34, 35, 37, 44 etc., man vergleiche auch Taf. IV, Fig. 38).

Die Bestimmung der oralwärts wandernden Theilzellen ist viel mannigfaltiger. Dieselben bilden zunächst jederseits eine einfache

Reihe von Zellen, die dem Ektoderm anliegend von den Polzellen bis gegen die Mundregion sich erstreckt. Vom Vorderende dieser Zellreihe lösen sich die Zellen, um zu verschiedenen einfachen Organen umgebildet zu werden, während von hinten her die Zellreihe immer erneuert wird. Schliesslich bleibt aber bei der jungen Trochophoralarve doch nur die einzige Polzelle (jederseits) zurück, während alle übrigen Zellen der Zellreihe durch Differenzirung umgewandelt sind. Wir werden diese beiden Zellreihen als „primäre Mesodermstreifen" bezeichnen, im Gegensatze zu den „secundären Mesodermstreifen", die später bei Entwicklung des Rumpfes von den zwei Polzellen aus neugebildet werden.

Wir wollen nun die Gebilde kennen lernen, die von den primären Mesodermstreifen aus ihren Ursprung nehmen. Zunächst lösen sich Zellen von denselben ab, die an den Oesophagus treten; ferner jederseits eine Zelle, die vorne auf die Magenwand sich lagert (Taf. III, Fig. 36); dieses Zellenpaar sendet später dünne Verbindungsfäden zum Scheitelfeld (vergleiche besonders Taf. IV, Fig. 45). Sehr frühzeitig bildet sich ein Ringmuskel an jener Stelle, wo der Oesophagus mit dem Magen zusammenhängt (Taf. III, Fig. 36). Dieser Muskel differenzirt sich am frühesten von allen Muskeln der Larve und ist auch alsbald functionsfähig. — In der Folge sehen wir den primären Mesodermstreif sich verlängern (Taf. IV, Fig. 37, 38, 39, 40) und von seinen Zellen aus bilden sich: Erstens der ventrale Längsmuskel, der aus zwei Zellen besteht, einer vorderen, die von der Scheitelplatte bis zur Hälfte des Scheitelfeldes sich erstreckt, und einer hinteren, längeren spindelförmigen Zelle, die von dieser Stelle des Scheitelfeldes bis in die postorale Mundregion hinzieht (Taf. IV, Fig. 41 etc.), zweitens in der postoralen Körperregion ein dem Ektoderm anliegender Ringmuskel, zu dem später noch ein zweiter sich gesellt (Taf. IV, Fig. 43, 44 R. musc.), drittens die Kopfniere, welche aus jener Zelle entsteht, die jederseits unmittelbar an die Polzelle grenzt, also nächst dieser die hinterste Zelle des primären Mesodermstreifens ist; diese Zelle zieht sich gegen den Oesophagus hin in die Länge (Fig. 41) und erweist sich in der weiteren Entwicklung als Anlage des primären Excretions-Organes oder der „Kopfniere" (Fig. 43, 44, KN). Am Vorderende dieser Zelle liegt eine andere rundliche (Fig. 43), die später die Endzellen des Organes liefert. Ausser diesen Gebilden finden sich nur noch einige Mesodermzellen von untergeordneter Bedeutung.

Auch in der Ektodermschichte treten in dieser Ent-

wicklungsperiode morphologisch bedeutsame Veränderungen auf. Das Ektoderm bildet in jenem Stadium, wo die Gastrulaschliessung beendet ist (Taf. III, Fig. 25, 26), eine allseitig nahezu gleich dicke Schichte kubischer Zellen. Nur am animalen Pole erscheint dasselbe schon jetzt merklich dicker.

Im weiteren Verlaufe der Entwicklung concentrirt sich das Ektoderm an gewissen Stellen und wird an den übrigen Stellen dünner. Jene Concentrirung, durch welche der Oesophagus gebildet wird, haben wir schon geschildert. Die Verdickung am animalen Pole, welche schon zu Ende der Gastrula-Periode bemerkbar wird, liefert die Scheitelplatte oder Anlage des oberen Schlundganglions. Eine sehr bedeutende Ektodermverdickung bilden auch die Zellen, welche den präoralen Flimmerkranz tragen. Diese colossalen Zellen setzen einen präoralen, ektodermalen Ringwulst zusammen (Fig. 33, 34 etc.). Ausserdem findet sich noch eine kleine Ektodermverdickung nahe am unteren Pole (Taf. III, Fig. 36), an jener Stelle, wo später die Afteröffnung entsteht, die wir daher anale Verdickung benennen. Unter den Zellen derselben ist eine durch den Besitz eines feinen starren Härchens ausgezeichnet (zuerst in Fig. 33 bemerkbar); dieses Härchen bezeichnet das spätere Hinterende der Larve. In derselben Zelle bildet sich zu Ende der embryonalen Periode eine mit Flüssigkeit erfüllte Vacuole (Fig. 41). Durch diese Vacuole wird der Zellkern alsbald zur Seite gedrängt und die Zelle bildet die schon von Stossich beobachtete Analblase, die bisher nur bei Serpulidenlarven beobachtet ist. Schon Freiherr von Drasche hat die Entstehung dieses Gebildes beobachtet und ich kann hier seine Angaben vollkommen bestätigen.

Die Wimper-Apparate werden immer kräftiger. Die Wimpern des Wimperschopfes wachsen zu bedeutender Länge aus; die des Wimperkranzes sind nicht so lang, aber kräftiger. Hinter diesem bildet sich allmälig immer breiter werdend (Fig. 33, 36, 37) eine Wimperzone aus, welche gegen die anale Seite schmäler, gegen den Mund hin breiter ist — die adorale Wimperzone.

Die Körperform des Embryo ist nach beendeter Furchung, wenn sich die Zellen an die Eimembran anlegen, annähernd kugelrund. Durch den Einstülpungprocess wird die Vollkommenheit dieser Gestalt nur unbedeutend und vorübergehend gestört. Erst dann, wenn die Höhlen des Körpers, zunächst die primäre Leibeshöhle (Fig. 34) und etwas später auch das Lumen des Darmcanals (Fig. 36), sich erweitern und dadurch die Ausdehnung des ganzen Körpers eine grössere wird, beobachten wir eine gleichzeitige, zwar nur geringe

Veränderung der Form. Die Mundregion erscheint etwas abgeflacht und die Hauptachse, besonders zu Ende der Embryonal-Periode, etwas verlängert. Aber selbst in diesen Stadien ist die Abweichung von der Kugelform noch nicht bedeutend.

Wir wollen noch die allgemeinen histologischen Veränderungen, welche während der Embryonal-Periode auftreten, betrachten. Zellkerne und Zellgrenzen sind am Schlusse der Embryonal-Periode am lebenden Object nicht mehr überall wahrnehmbar. In den endodermalen Darmabtheilungen, Magen und Dünndarm, und am äquatorialen Ringwulst sind zu dieser Zeit wohl meist noch die Zellkerne, aber nicht mehr die Zellgrenzen sichtbar.

In dem Plasma der Zellen ist die Auflösung der Dotterkörnchen und im Zusammenhange damit die Veränderung der Färbung, ferners das Auftreten neuer Pigmentkörner zu beobachten. Wenn wir die Veränderung der Färbung ganz im Allgemeinen betrachten, so sehen wir, dass die röthliche Färbung, welche anfangs über das ganze Ei ausgedehnt war, sich allmälig auf die äquatorialen Zellen, welche den Wimperkranz tragen, concentrirt. Doch ist diese Erscheinung meiner Auffassung nach auf zweierlei Processe zurückzuführen. Die röthlichen Dotterkörnchen, die in allen Zellen des Ekto-, Meso- und Endoderms ziemlich gleichmässig vertheilt sind, werden resorbirt; später schwindet auch noch die diffuse, dem „homogenen" Plasma angehörende Färbung; erst in der Larve ist dieser Process beendet und dann ist das Protoplasma farblos und durchsichtig. Andererseits treten aber in den äquatorialen Zellen, genau unterhalb des Wimperkranzes, sehr frühzeitig (vergl. Taf. II, Fig. 23, 24 und 29) neue pigmentirte Körnchen auf, die meiner Ansicht nach mit den Dotterkörnchen nicht identisch sind, obwohl sie in der Farbe mit denselben übereinstimmen. Dieselben nehmen an Grösse und intensiver Färbung im Verlaufe der Entwicklung zu und bilden eine Pigmentzone, die um so auffallender hervortritt, je durchsichtiger und farbloser die übrigen Theile der Larve werden (Taf. IV, Fig. 44). — Auch die grösseren Pigmentkörner des Auges, welche eine ähnliche, doch intensivere Farbe besitzen, sind zweifellos Neubildungen. Sie treten zu Ende der Embryonal-Periode auf.

Vollendung der Differenzirungen und das Trochophora-Stadium.

In den ersten zwei Tagen nach vollendeter Embryonal-Entwicklung erfährt die Larve noch in sehr wesentlichen Punkten eine Vervollkommnung ihrer Organisation: Die äussere Körper-

form erhält erst in dieser Zeit den der Larve eigenthümlichen Charakter. In Bezug auf die Bewimperung wird der bekannte Typus vervollständigt, indem der postorale Wimperkranz und der ventrale Wimperstreif sich entwickeln (Taf. IV, Fig. 43, 44). Auch erfolgt erst in dieser Periode der Durchbruch des Afters und die Bildung des Hinterdarmes (Fig. 43, An). — Ferners fallen in diese Zeit sehr wesentliche histologische Differenzirungen, denn Organe, die schon zu Ende der Embryonal-Entwicklung in ihrer zelligen Anlage vorhanden waren, werden erst jetzt histologisch differenzirt und functionsfähig; die Bildung des präoralen Ringnerven gehört zu diesen neuen histologischen Erscheinungen. — Zuletzt ist in dieser Entwicklungsperiode noch das Auftreten der Gehörbläschen zu beobachten.

Betrachten wir zunächst die Ausbildung der Körperform. Die Erscheinungen schliessen sich ihrem Wesen nach den zu Ende der Embryonal-Periode beobachteten continuirlich an. Denn auch diese nächsten postembryonalen Veränderungen der Körperform sind noch von einer bedeutenden Vergrösserung des Volumens begleitet, die auf einer Vergrösserung der inneren Hohlräume, der primären Leibeshöhle und des Lumens des Darmcanales, beruht. Dabei werden die Wandungen dieser Höhlen, nämlich die Leibeswand und die Darmwand, bedeutend dünner. Hier wollen wir zunächst die Veränderungen der Leibeswand in Betracht ziehen. Wir sehen, dass jene Stellen des Ektoderms, welche sich als Verdickungen präsentirten, noch immer mehr hervortreten, und zwar dadurch, dass die dazwischen liegenden Ektodermpartien sich noch immer mehr ausdehnen und verdünnen, so sehr, dass sie zuletzt nur eine äusserst zarte Membran darstellen. Die Scheitelplatte und der präorale Ringwulst erscheinen dann, obzwar aus einer einfachen Zellschicht zusammengesetzt, als mächtige Ektodermverdickungen. Die kleine anale Ektodermverdickung wird zur Bildung eines kurzen Hinterdarmes aufgebraucht; von einer Zelle derselben wird auch die „Analblase" gebildet, welche bei ihrer bedeutenden Ausdehnung auf die Körperform Einfluss nimmt und besonders die auffallend dorsale Lage des Afters bewirkt. Auch die sehr bedeutende Erweiterung der Mundöffnung wirkt formgestaltend. — Anfangs ist das Zunehmen der Längendimension überwiegend, wobei besonders der postäquatoriale Körperabschnitt sich kegelförmig streckt (Taf. IV, Fig. 43). Dieses Ueberwiegen der Längendimension wird später durch bedeutende Ausdehnung des äquatorialen Ringes wieder aufgehoben, obwohl sich namentlich das Hinterende des Kegels

zwischen postoralem Wimperkranz und After noch auszudehnen fortfährt (Taf. V, Fig. 49). — Wir beobachteten nämlich, dass der postorale Wimperkranz anfangs sehr weit hinten, ganz nahe am After, liegt (Taf. IV, Fig. 44); er ist von demselben nur durch eine sehr schmale Ektodermzone getrennt; diese Ektodermzone dehnt sich erst später mehr aus, so dass dann die Entfernung des postoralen Wimperkranzes vom Hinterende grösser wird (Taf. V, Fig. 49).

Am dritten Tage nach der Befruchtung (Taf. V, Fig. 49) ist die charakteristische Körperform der Larve schon gut ausgeprägt. Die Stütze des ganzen Körperbaues bildet der mächtige äquatoriale Ringwulst, der auch nach aussen sich kielförmig vorwölbt; an diesen schliesst sich der präääquatoriale Körpertheil — oder das Scheitelfeld —, welcher annähernd glockenförmig ist, und der postäquatoriale Körpertheil, der ungefähr die Kegelform besitzt.

Die Leibeswand besteht aus einer einfachen Ektodermschichte, der nur vereinzelte Mesodermgebilde sich anfügen. Die Ektodermschichte ist nach aussen noch von der als provisorische Cuticula fungirenden Eimembran umkleidet, die besonders am Scheitelfeld eine ziemlich dicke Schichte bildet, in der postäquatorialen Körperregion aber schon viel dünner geworden ist. Zellkerne und Zellgrenzen des Ektoderms werden bei der zunehmenden Durchsichtigkeit des Plasmas durch Ausgleichung der Lichtbrechungs-Verhältnisse am lebenden Objecte unsichtbar.

Die am vorderen Pole gelegene Scheitelplatte lässt am längsten noch ihre hohen cylindrischen Zellen erkennen (Taf. V, Fig. 49). Die Scheitelplatte trägt den Wimperschopf, der aus sehr langen, ziemlich kräftigen Wimpern besteht.

Der präorale Ringwulst besteht aus einer Reihe colossaler Zellen mit besonders grossen Zellkernen. Zuerst verschwinden die Grenzen dieser Zellen (Taf. IV, Fig. 38), und nachdem auch die Zellkerne unsichtbar geworden (Taf. V, Fig. 44 etc.), ist am lebenden Object die zellige Zusammensetzung nicht mehr ersichtlich. Die Zellreihe trägt den präoralen Wimperkranz, der aus einer Reihe überaus kräftiger Wimpern besteht. An diesen colossalen Wimpern kann man sehr gut das Wesen der Wimperbewegung studiren. Die Wimper ist in der Ruhe hakenförmig gekrümmt; man kann beobachten, dass die Bewegung auf Formveränderung und Contractilität der Wimper selbst beruht.

Die Thätigkeit der Wimpern geht in geordneter Weise vor sich, sie macht vollkommen den Eindruck einer willkürlichen Bewegung.

In dem Ringwulste verläuft nahe an der Basis der Zellen und genau unterhalb des Wimperkranzes ein ansehnlicher heller Strang; derselbe setzt sich continuirlich durch alle Zellen fort, er ist in sich selbst ringförmig geschlossen. Es ist dies der Kleinenberg'sche Ringnerv. Von diesem Ringnerven geht je eine senkrecht aufsteigende helle Faser bis an die Basis jeder einzelnen Wimper (Taf. IV, Fig. 43—45). Diese Faser ist eben so dick als die Wimper. Ich habe darauf geachtet, ob an diesen Fasern während der Thätigkeit der Wimpern active Bewegung zu beobachten sei, ob diese Fasern demnach eine Fortsetzung der contractilen Wimpersubstanz in das Innere der Zelle wären. Ich konnte an den Fasern keine active Bewegung wahrnehmen; in einigen Fällen sah ich eine schwache Bewegung, die ich ihrem Charakter nach für eine passive — nämlich für eine Zerrung der Faser, die von der sich bewegenden Wimper ausging — halten musste. Ich halte die hellen, innerhalb der Zelle vom Ringnerven zu jeder Wimper aufsteigenden Fasern für Nervenendigungen. Dafür spricht die Continuität mit dem Ringnerven, die optische Uebereinstimmung mit der Substanz desselben und der Mangel der Contractilität. [1])

Eine speciellere histologische Untersuchung — namentlich mit Hilfe von Reagentien — der Nervenendigungen an diesem überaus interessanten und günstigen Objecte wäre sehr wünschenswerth. Ich musste diesmal leider meine Untersuchung abbrechen, bevor ich diese Absicht ausgeführt hatte.

Ich will an dieser Stelle hervorheben, dass es mir nicht gelang, ausser dem Ringnerven andere Nerven in der Larve nachzuweisen; man kann vermuthen, dass das Nervensystem sich ähnlich verhalte, wie bei der Polygordiuslarve, und dass nur die Schwierigkeit der Beobachtung es verhindert, alle Theile zu sehen. Es mögen diese Fragen künftigen Untersuchern überlassen bleiben.

Die Zellen des Ringwulstes sind mit Pigmentkörnern versehen, die sich vor und hinter dem Ringnerven anhäufen, die Region des Nerven aber freilassen (Taf. IV, Fig. 44). Gegen die Rückenseite zu nimmt die Pigmentirung ab.

Bei den Larven vom dritten Tage (nach der Befruchtung) treten

[1]) Aehnliche Bilder hat Kowalevsky bei Dentalium gesehen. (Ann. d. Musée d. Marseille 1883.) Ich will hier aber besonders auf die wichtigen und grundlegenden Beobachtungen Engelmann's (z. Anat. u. Phys. d. Flimmerzellen, Pflüger's Arch. XXIII. B. 1880) verweisen. Weiters: C. Rabl über Zelltheilung Morphol. Jahrb. X. B. 1884, woselbst auch einschlägige Literatur.

am vorderen Rande des Ringwulstes im Ektoderm Vacuolen auf, die eine Reihe geschlossener wabenähnlicher Hohlräume darstellen (Taf. V, Fig. 49); an der ventralen Seite sind diese Hohlräume zahlreicher und dichter gedrängt, aber kleiner als an der Dorsalseite. Dieses vacuolisirte Gewebe scheint mir nur tektonische Bedeutung zu haben, es vermittelt den Uebergang von dem dicken Ringwulst zu der sehr dünnen Zellschicht des Scheitelfeldes. Man kann auch sagen, dass durch die Vacuolisirung eine Ersparung an Substanz bedingt ist.

Zu der ursprünglichen einfachen Wimperreihe des präoralen Wimperkranzes gesellt sich eine zweite zartere, vor derselben liegende Wimperreihe (Fig. 44 etc.), so dass der präorale Wimperkranz zweireihig wird.

Die adorale Wimperzone wird nach hinten von einer Reihe etwas stärkerer Wimpern, dem postoralen Wimperkranz, begrenzt. Derselbe ist zuerst nur an der Ventralseite bemerkbar, erstreckt sich aber alsbald bis an den Rücken (Fig. 44).

An der Ventralseite setzt sich die Bewimperung in Form eines schmalen Streifens vom Munde bis an's Hinterende fort (Fig. 43 etc., vergl. auch Taf. V, Fig. 51).

Gleich zu Beginn des Larvenlebens bricht der Hinterdarm an jener Stelle, wo er mit dem Ektoderm verwachsen ist, mittelst einer kleinen Oeffnung nach aussen durch. Das Ektoderm zieht sich an dieser Oeffnung trichterförmig nach innen und bildet so einen kurzen ektodermalen Hinterdarm (Taf. IV, Fig. 43). Die Afteröffnung ist durch die bedeutende Entwicklung der endständigen Ektodermblase („Analblase" Stossich) stark dorsalwärts verschoben.

Die Analblase dehnt sich bedeutend aus, so dass sie auch nach innen gegen die Leibeshöhle stark vorspringt (Taf. IV, Fig. 44); sie erscheint später öfters gekammert, da beim Wachsthum derselben Nebenvacuolen auftreten (Taf. V, Fig. 49).

Das Auge, welches schon am Schlusse der Embryonal-Periode auftritt (Taf. IV, Fig. 41), besteht aus einer Anhäufung braunrother Pigmentkörner, die an Intensität der Färbung während der ersten Tage des Larvenlebens zunehmen. Diese Pigmentanhäufung liegt in einer Zelle des Scheitelfeldes, welche eine abgegrenzte, nach innen gegen die primäre Leibeshöhle vorspringende Verdickung bildet (Taf. IV, Fig. 45 oc). Sonderbarer Weise entwickelt sich nur ein Auge, welches asymmetrisch an der einen, und zwar stets an der rechten Körperseite liegt.[1])

[1]) Vergl. Drasche, l. c., ferners Spengel, Biolog. Centralblatt 1884, 4. B., Nr. 9, p. 270.

Dicht hinter dem postoralen Wimperkranze treten bei der Larve zwei Ektodermbläschen auf (Taf. V, Fig. 48 ot). Dieselben erscheinen am dritten Tage nach der Befruchtung, nachdem alle typischen Organe der Trochophora-Larve schon ausgebildet sind. Sie entstehen zu beiden Seiten des Körpers aus je einer Ektodermzelle, welche nach innen wuchert und durch eine Vacuole ausgehöhlt wird. Ob diese Vacuole etwa von der Oberfläche aus eindringt — sie wäre in diesem Falle nicht als Vacuole, sondern als Einstülpungslumen zu bezeichnen — konnte ich nicht entscheiden. Jedenfalls bleiben die beiden Bläschen mit dem Ektoderm im Zusammenhange. Später legen sich einzelne Mesodermzellen an dieselben. Die Natur dieser Bläschen wäre mir vielleicht bei Eupomatus uncinatus nicht klar geworden, denn diese Organe sind wohl auch in diesem Stadium noch nicht vollkommen entwickelt, aber bei der nahe verwandten Larve vom Faro, die ich weiterhin beschreiben werde, erwiesen sich diese Gebilde unzweifelhaft als Gehörorgane.

Der Darmcanal der Larve besteht aus vier Abtheilungen: Oesophagus, Magen, Dünndarm und Hinterdarm. Wir haben schon oben darauf hingewiesen, dass mit der Ausdehnung des Lumens zugleich die charakteristische Formgestaltung des Darmes zur Erscheinung kommt. Auch am Darmcanal sind bei vollendeter Differenzirung am lebenden Objecte die einzelnen Zellen nicht zu unterscheiden.

Der Oesophagus, der sich zu Anfang der Larvenperiode bedeutend ausdehnt, beginnt mit der trichterförmig sich erweiternden Mundöffnung (Taf. IV, Fig. 44) und ist durch eine Verengerung gegen den Magen abgesetzt. Im Innern des Oesophagus bildet sich eine Cuticula. Die Bewimperung desselben wird immer stärker; sie ist alsbald kräftiger als in allen anderen Abschnitten des Darmes. Die Muskulatur des Oesophagus besteht aus einigen spindelförmigen quergelagerten Muskelzellen. Am kräftigsten ist der vollständige Ringmuskel, der an der Grenze von Oesophagus und Magen liegt. Als Dilatatoren wirken einige spärliche Fäden, die von Zellen ausgehen, die dem Scheitelfelde anliegen (Taf. V, Fig. 49, 50). Der Oesophagus verläuft schief nach vorne in der Richtung gegen die Scheitelplatte.

Dadurch kömmt die zweite Darmabtheilung, der weite sphärisch geformte Magen ganz in die vordere Körperhälfte zu liegen. Derselbe ist im Inneren mit sehr zarten Wimpern versehen. Vorne am Magen liegen zwei Mesodermzellen, die je einen Anheftungs-

faden zur Scheitelplatte senden (man sieht dieselben besonders in Taf. IV, Fig. 45 dargestellt).

Mittelst einer Knickung geht der Magen in den direct nach hinten gerichteten schlauchförmigen Dünndarm über; beide zusammen haben ungefähr die Form einer Retorte. An der Grenze dieser beiden Abtheilungen liegt ein schwacher Ringmuskel (Fig. 44). Der Dünndarm ist kräftiger bewimpert als der Magen. Er ist mit einzelnen spindelförmigen Längsmuskeln belegt.

Der kurze trichterförmig nach aussen sich öffnende Hinterdarm ist schief nach dem Rücken und nach hinten gerichtet. Der Hinterdarm ist dünnwandiger als der Dünndarm und mit zarteren Wimpern versehen. Im Inneren ist er von einer dünnen Cuticula ausgekleidet. An der dorsal von der „Analblase" gelegenen Afteröffnung tritt regelmässig ein einzelnes starres Härchen auf.[1]) Ein ähnliches Härchen findet sich, wie früher erwähnt, am Hinterende.

Wir wollen nun die selbstständigeren Mesodermbildungen der Larve betrachten.

Die beiden postoralen Ringmuskeln liegen anfangs beide vor dem postoralen Flimmerkranze (Fig. 44); sie verschieben sich aber später ein wenig nach rückwärts, so dass der hintere der beiden Muskeln dann ziemlich genau längs des postoralen Flimmerkranzes verläuft (Taf. V, Fig. 49).

Der Längsmuskel der Larve (er entspricht dem ventralen Längsmuskel der Polygordiuslarve) besteht aus zwei gesonderten Theilen. Dieselben sind frei durch die primäre Leibeshöhle gespannt, nur mit ihren Enden an festen Punkten sich inserirend. Beide Theile, die sich aus je einer Zelle entwickeln (Taf. IV, Fig. 41, 43), zeigen in ihrem Bau den Typus der contractilen Faserzellen (Mesenchymmuskel, Hertwig). Sie bestehen aus einem fadenförmigen contractilen und einem verdickten protoplasmatischen Abschnitt, welcher letztere den Zellkern enthält. Der vordere Theil des Muskels inserirt sich mittelst seiner protoplasmatischen Anschwellung an der Scheitelplatte und sein fadenförmiger Abschnitt erstreckt sich bis zur Mitte des Scheitelfeldes, wo er wieder seine Insertion findet. Ursprünglich lag diese Insertion unmittelbar am Augenfleck (Fig. 43), entfernte sich aber allmälig ventralwärts rückend von demselben. Der hintere längere Theil des Muskels beginnt an derselben Insertionsstelle mit seinem fadenförmigen contractilen Abschnitt, die protoplasmatische Anschwellung bildet

[1]) Bei Pomatoceros wurde ein Kranz von steifen Härchen rings um die Afteröffnung beobachtet (v. Drasche, l. c.).

sein Hinterende (Taf. V, Fig. 49). Dieselbe inserirt sich nicht direct an einer Stelle der Leibeswand, sondern heftet sich an die Kopfniere. Erst später wächst der Muskel auch nach hinten bis zur Leibeswand aus, und ist dann nur in seinem Verlaufe an die Kopfniere befestigt (Fig. 50).

Betrachten wir nun die Kopfniere selbst. Der Canal derselben wird von einer einzigen Mesodermzelle (jederseits) geliefert. Diese Zelle streckt sich zuerst spindelförmig (K N, Fig. 43, 44), dann zur Form eines kurzen spulrunden Fadens (Taf. IV, Fig. 46). Endlich tritt darin ein enges Lumen auf, in welchem etwas später eine nach rückwärts verlaufende Flimmerbewegung zur Erscheinung kömmt. Das Hinterende der Kopfniere reicht bis zu den Polzellen des Mesoderms, also bis in die nächste Nähe des Afters. Eine äussere Mündung konnte nicht mit Sicherheit erkannt werden. Das Vorderende der Kopfniere reicht anfangs bis an den Oesophagus (Taf. IV, Fig. 46, 47), an welchem es befestigt ist. An der vorderen Region der Kopfniere sitzen einige rundliche Zellen; von einer derselben (Taf. IV, Fig. 46, 47), und später von mehreren, bilden sich Anheftungsfäden, die zum Oesophagus ziehen. Nachdem diese Anheftungsfäden gebildet sind, löst der Canal selbst sich vom Oesophagus los und ragt, mittelst der Anheftungsfäden und durch den Längsmuskel fixirt, in die primäre Leibeshöhle hinein. Das Lumen erweitert sich, so dass der Canal ziemlich dünnwandig wird. Auch verläuft er nicht mehr geradlinig, sondern wellig gekrümmt (Taf. V, Fig. 50). Eine Oeffnung des Canales in die Leibeshöhle ist nicht vorhanden. Das Vorderende der Kopfniere ist mit jenen rundlichen Zellen besetzt, von welchen die Anheftungsfäden ausgehen. Aehnliche Zellen fand ich am Ende der Canälchen bei Echiurus und, wie ich hinzufügen will, auch bei Phoronis.[1]) Diese Zellen sind jedenfalls an der excretorischen Thätigkeit betheiligt; es ist zu vermuthen, dass dort der Beginn der Excretion stattfindet. Es ist auffallend und scheint mir von besonderem theoretischen Interesse, dass sich anfangs die hintere protoplasmatische Anschwellung des Längsmuskels genau ebenso verhält wie die anderen Endzellen der Kopfniere (Fig. 46, 47).

An der Larve beginnen sich schon in diesen Stadien, wo die Larvenorgane eben erst functionsfähig geworden sind, die secundären Mesodermstreifen zu entwickeln. Zunächst ist eine

[1]) Die Beobachtungen über den Bau der Kopfniere bei der Phoronislarve übergab ich seinerzeit Herrn Caldwell zur Publikation.

Zelle, welche von der Polzelle sich abspaltet und sich nach vorne dicht an den Kopfnierencanal und an das Ektoderm lagert, zu beobachten (Fig. 46); durch Längstheilung bildet sie zwei (Fig. 47), dann drei Zellen (Taf. V, Fig. 50), die nebeneinander liegen; an das Vorderende dieser Zellen schliesst sich dann unmittelbar der Längsmuskel der Larve. Bei weiterer Vermehrung der Zellen streckt sich der Mesodermstreifen, wobei sich die Zellen alternirend vor einander schieben (Taf. V, Fig. 51, mstr). — Es ist hervorzuheben, dass in diesen Stadien die Kopfniere sich längs der secundären Mesodermstreifen noch nach hinten, bis zu den Polzellen des Mesoderms erstreckt.

Beobachtungen über die verwandte Larve vom Faro.

Ich habe, wie schon erwähnt, die ersten Beobachtungen an einer Larvenart gemacht, welche ich im „Pantano", in der Nähe von Faro bei Messina, pelagisch fischte. Jene Beobachtungen scheinen mir zur Vergleichung mit den bei Eupomatus uncinatus vorliegenden Verhältnissen nicht ohne Interesse. Vielleicht geben diese nur gelegentlich gemachten Beobachtungen Anregung zu weiteren Untersuchungen dieser schönen Larve.

Die Larve ist kleiner als die von Eupomatus uncinatus und noch schöner durchsichtig. Wie ich aus einigen, ebenfalls pelagisch gefischten Embryonen ersah, ist auch das zugehörige Ei bedeutend kleiner; die Embryonen sind linsenförmig mit verkürzter Hauptachse, wie jene von Pomatoceros; der grössere äquatoriale Durchmesser beträgt nur 0·06 Mm. Das Protoplasma ist schon bei den Embryonen sehr durchsichtig und farblos. Ich will die vereinzelten Beobachtungen über den Bau der untersuchten Embryonalstadien übergehen und mich der Beschreibung des genauer untersuchten Trochophorastadiums zuwenden.

An der Larve, die in Taf. V, Fig. 52 abgebildet ist, sind schon alle Charaktere des Trochophora-Stadiums ausgeprägt und auch schon die Gehörbläschen entwickelt. Bei der vorliegenden Larve sind in diesem Stadium im Ektoderm noch alle Zellen zu unterscheiden. Die Eihaut fungirt als provisorische Cuticula, so wie es bei Eupomatus uncinatus beobachtet wurde und wie es ja bei Annelidenlarven sehr allgemein vorkommt. Die Uebereinstimmung mit der Eupomatus uncinatus-Larve ist sehr gross, sie erstreckt sich nicht nur auf die allgemeinen Trochophora-Charaktere, sondern auch in vieler Beziehung bis auf minutiöse Details: Wir finden, wie erwähnt, die charakteristische ektodermale Analblase.

Der Augenfleck ist wie bei Eupomatus uncinatus nur an der rechten Körperseite entwickelt. Der beiderseitige Längsmuskel besteht aus je zwei Theilen, die rechterseits am Augenfleck, linkerseits an entsprechender Stelle zusammenstossen. Das Hinterende des Längsmuskels inserirt sich an das Vorderende der Kopfniere (Fig. 52, 54) und wächst erst später bis zum secundären Mesodermstreifen aus (Fig. 53). Die Kopfniere ist ausserdem mit einem zum Oesophagus ziehenden Anheftungsfaden befestigt. Der Canal der Kopfniere, die im Uebrigen mit jener von Eupomatus übereinstimmt, reicht aber nur bis zum Vorderende des Mesodermstreifens. Wir sehen, wie bei Eupomatus uncinatus zwei Mesodermzellen vorn auf der Magenwand liegen. Wir finden sogar jene einzelnen starren Härchen am Hinterende und an der Analöffnung hier wieder.

Bei der sonst grossen Uebereinstimmung scheinen mir folgende Abweichungen besonders interessant, da in denselben vielleicht ursprünglichere Charaktere, Eupomatus uncinatus gegenüber, sich ausprägen: Der präorale Wimperkranz besteht aus zwei gleich starken Reihen von Wimpern und es ist denselben entsprechend eine doppelte Reihe von Zellen vorhanden. Unterhalb des Ringwulstes finden sich zwei Ringmuskelfäden. Ein einziger kräftigerer und sehr reizbarer Ringmuskelfaden verläuft genau längs des postoralen Flimmerkranzes.

Die Deutung der Gehörbläschen liess bei dieser Larve keinen Zweifel zu; denn in das Innere des Bläschens ragen äusserst feine, starre Härchen, und in der Höhlung findet sich eine Anzahl sehr kleiner, stark lichtbrechender Concremente. Die einzelligen Gehörbläschen sind gegen die primäre Leibeshöhle zu von einer vollständigen Mesodermschichte umgeben.

An der etwas älteren Larve, Fig. 53, sind die Zellkerne des Ektoderms zum Theil nicht mehr sichtbar. Die secundären Mesodermstreifen sind bedeutend verlängert. Die „Analblase“ ist in in diesem Stadium meist noch vorhanden, nur ausnahmsweise, wie in dem abgebildeten Exemplare, ist sie schon jetzt rückgebildet.

Spätere, um ein Vielfaches gewachsene Larven zeigten grosse Aehnlichkeit mit den von v. Drasche abgebildeten älteren Pomatoceros-Larven. Die Gehörbläschen persistirten in der hinteren Kopfregion; sie lagen am Vorderende des Bauchmarkes, an der äusseren Seite der Schlundcommissur.

Die Analblase war geschwunden; sie ist, wie dies v. Drasche auch für Pomatoceros nachwies, eine provisorische Bildung.

Erklärung der Abbildungen.

Allgemeine Buchstabenbezeichnung der Figuren.

An After.
Ec Ectoderm.
En Endoderm.
FH Furchungshöhle.
J Dünndarm.
KN Kopfniere.
M Urmesodermzellen.
MP Polzellen des Mesoderms.
mes Tochterzellen des Mesoderms, primäre Mesodermstreifen und auch vereinzelte Mesodermzellen im Allgemeinen.
mes* Mesodermzellen, die für den Dünndarm bestimmt sind.
mstr secundäre Mesodermstreifen.
musc Muskel im Allgemeinen.
musc v der ventrale Längsmuskel der Larve.
O Mund.
oc Auge.
oes Oesophagus.
ot Gehörbläschen.
R Richtungskörper.
R. musc. Ringmuskel der postoralen Körperregion.
vent Magen.
ves Analblase.
Wkr äquatorialer od. präoraler Wimperkranz.
wkr postoraler Wimperkranz.
Z primäre Eimembran (zona pellucida).

Figurenerklärung.

Sämmtliche Abbildungen sind Darstellungen nach dem lebenden Objecte.

Sämmtliche Figuren sind mittelst Camera lucida entworfen.

Die Vergrösserung der Figuren ist durchwegs $^{435}/_{1}$ (bei den Figuren 52 und 53 ist neben der Lithographie unrichtiger Weise $^{450}/_{1}$ angegeben). Die Figuren 46, 47, 48, 51 und 54 sind bei stärkeren Vergrösserungen gezeichnet.

Taf. I.

Fig. 1. Stadium nach vollendeter Ausstossung der Richtungskörper.
Fig. 2. Vollendete Zweitheilung von der Seite gesehen.
Fig. 3. Vollendete Viertheilung von der Seite gesehen.
Fig. 4. Dasselbe Stadium vom animalen Pol gesehen.
Fig. 5. Achtzelliges Stadium von der Seite gesehen.

Fig. 6. Sechzehnzelliges Stadium unmittelbar nach dem Theilungsacte. Die neuen Kerne sind noch nicht sichtbar geworden; die Zellen sind noch nicht im Zustande des Collapses, daher stark abgerundet. Je zwei Zellen, welche aus einer Theilung hervorgingen, sind, um ihre Zusammengehörigkeit zu bezeichnen, durch einen Pfeil verbunden.

Fig. 7. Dasselbe Stadium in gleicher Lage, im optischen Durchschnitte gezeichnet.

Fig. 8. Dasselbe Stadium vom animalen Pole gesehen.

Fig. 9. Ein weiteres Stadium (20 Zellen) von der Seite gesehen.

Fig. 10. Dasselbe im optischen Durchschnitt.

Fig. 11. Weiteres Stadium (ungefähr 30 Zellen) von der Seite gesehen.

Fig. 12. Dasselbe im optischen Durchschnitt.

Taf. II.

Fig. 13. Blastula im optischen Medianschnitt.

Fig. 14. Dasselbe Object im optischen Frontalschnitt.

Fig. 15. Ein weiteres Stadium mit äquatorialem Wimperkranz und vermehrten Endodermzellen im optischen Medianschnitt.

Fig. 16. Dasselbe Object im optischen Frontalschnitt.

Fig. 17. Ein weiteres Stadium im optischen Medianschnitt.

Fig. 18. Dasselbe Object im optischen Frontalschnitt.

Fig. 19. Beginn der Invagination des Endoderms und der Sonderung der Urmesodermzellen, Auftreten des Wimperschopfes. Optischer Medianschnitt.

Fig. 20. Dasselbe Object, optischer Frontalschnitt. Die ausserhalb der Schnittebene liegenden Urmesodermzellen sind eingezeichnet.

Fig. 21. Weiteres Stadium der Invagination im optischen Medianschnitt.

Fig. 22. Dasselbe Stadium im optischen Frontalschnitt; die Mesodermzellen wie in Fig. 20.

Fig. 23. Weiteres Stadium im optischen Medianschnitt.

Fig. 24. Dasselbe Stadium im optischen Frontalschnitt; Mesoderm wie in Fig. 20.

Taf. III.

Fig. 25. Die Schliessung des Gastrulamundes ist beendet. Optisch. Medianschnitt.

Fig. 26. Dasselbe Object im optischen Frontalschnitt. Die Polzellen des Mesoderms, die ausserhalb der Schnittebene liegen, sind eingezeichnet. Auch die Tochterzellen desselben, die in der Schnittebene liegen, sind sichtbar.

Fig. 27. Weiteres Stadium; das Endoderm beginnt sich zu verlängern, die Oesophagus-Einstülpung wird eingeleitet: Medianschnitt.

Fig. 28. Dasselbe Stadium von der oralen Seite gesehen, in solcher Weise orientirt, dass die Mundöffnung genau nach unten zu liegen kommt. Der animale Pol ist ein wenig gegen den Beschauer gedreht.

Fig. 29. Ein weiteres Stadium im optischen Medianschnitt.

Fig. 30. Dasselbe im optischen Frontalschnitt.

Fig. 31. Dasselbe in solcher Weise orientirt wie Fig. 28.

Fig. 32. Dasselbe vom animalen Pol gesehen.

Fig. 33. Ein weiteres Stadium. Die Bildung des Oesophagus ist weiter vorgeschritten, der Dünndarm erscheint als solide Wucherung des Endoderms. Am Hinterende eine feine starre Borste. Die Polzellen sind eingezeichnet.

Fig. 34. Ein weiteres Stadium im Medianschnitt. Doch sind hier sämmtliche Mesodermzellen der rechten Körperseite, auch diejenigen, welche ausserhalb der Schnittebene liegen, eingezeichnet.

Fig. 35. Ein ähnliches Stadium von der Analseite gesehen.

Fig. 36. Ein weiteres Stadium von der Seite gesehen. Das Lumen des Darmcanals erweitert sich. Die Mesodermgebilde der rechten Körperseite sind alle in der Zeichnung dargestellt.

Taf. IV.

Fig. 37. Ein weiteres Stadium von der Seite gesehen.

Fig. 38. Ein gleiches Stadium vom hinteren Pol gesehen. Die Mesodermzellen dieser Seite sind eingezeichnet. MP Polzellen des Mesoderms. mes primäre Mesodermstreifen und einzelne Zellen, die an den Oesophagus treten. mes* Mesodermzellen, die an den Hinterdarm treten.

Fig. 39. Ein etwas weiteres Stadium: Hinterende mit den primären Mesodermstreifen von der Seite gesehen.

Fig. 40. Dasselbe von einer anderen Larve.

Fig. 41. Larve, bei welcher die Eimembran an der Mundöffnung durchgebrochen ist, ungefähr 24 Stunden alt. Ende der Embryonal-Periode. Die Larve ist von der Seite dargestellt und alle Mesodermgebilde der rechten Körperhälfte sind eingezeichnet. Es fehlen in der Zeichnung nur die Zellen, die dem Dünndarm anliegen, welche zufällig nicht gut sichtbar waren.

Fig. 42. Ein etwas älteres Stadium von der Oralseite aus gesehen.

Fig. 43. Weiteres Stadium von der Seite gesehen. Der Hinterdarm ist gebildet.

Fig. 44. Weiteres Stadium von der Mitte des zweiten Tages (36 Stunden alt).

Fig. 45. Ein ähnliches Stadium von der Oralseite gesehen. Es ist das Object genau in eine solche Lage gebracht, dass das Auge an den Rand zu liegen kommt und im optischen Durchschnitt erscheint.

Fig. 46. Hinterende eines etwas älteren Stadiums, um die Mesodermgebilde dieser Region darzustellen.

Fig. 47. Stadium, um ein Geringes weiter entwickelt, als das vorhergehende.

Taf. V.

Fig. 48. Hinterende zur Darstellung der Entstehung des Gehörbläschens.

Fig. 49. Larve vom dritten Tag von der Seite gesehen. Sämmtliche Mesodermbildungen der rechten Körperseite sind eingezeichnet.

Fig. 50. Larve vom vierten Tag.

Fig. 51. Eine solche Larve vom hinteren Pol gesehen. Die Wimpern des präoralen Kranzes sind weggelassen; der Verlauf des postoralen Kranzes ist durch punktirte Linien angedeutet.

Fig. 52. Pelagisch gefischte Larve von Faro, von der Seite gesehen.

Fig. 53. Etwas älteres Stadium derselben Larve. Die Analblase, die in diesem Stadium meist noch vorhanden war, ist bei diesem Individuum ausnahmsweise schon rückgebildet. Die Mesodermstreifen erscheinen bereits verlängert.

Fig. 54. Hinterende einer Larve von ungefähr demselben Stadium, wie Fig. 52, bei stärkerer Vergrösserung gesehen. Im Gehörbläschen sind die starren Sinneshärchen und sehr kleine Otolithen sichtbar.

Druck von Gottlieb Gistel & Comp., Wien, I., Augustinerstrasse 12.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 5.

Fig. 6

Fig. 9.

Fig. 10.

Verlag v. Alfred Holder, K.K. Hof-u. Uni

Fig 3.

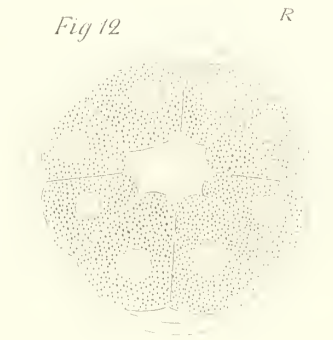
Fig. 4

Fig 7

Fig 8

Fig 11

Fig 12



...us-Buchhandl... in Wien

Lith Anst v Werner & Winter Frankfurt a. M.

Fig. 13.

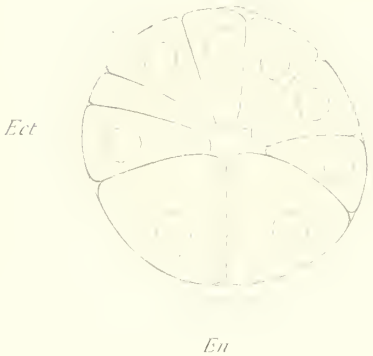


Fig. 14

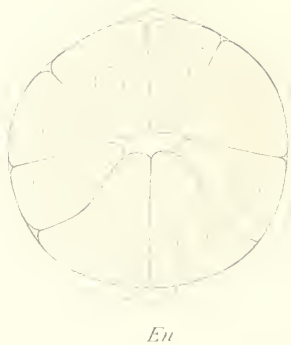


Fig. 17.

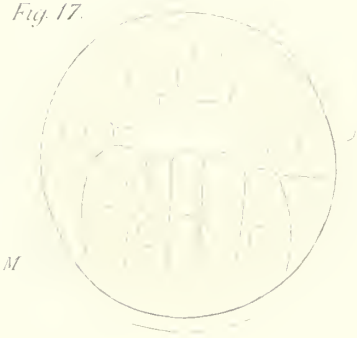


Fig. 18

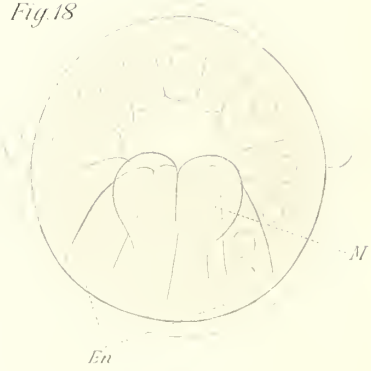


Fig. 21.

Fig. 22.

Verlag v. Alfred H... Hof u. Ins...

Fig. 15.

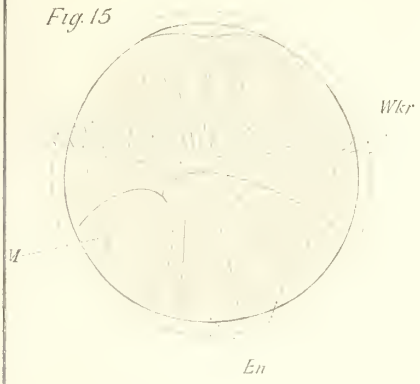


Fig. 16.

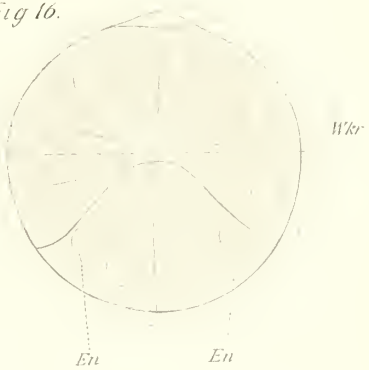


Fig. 19.

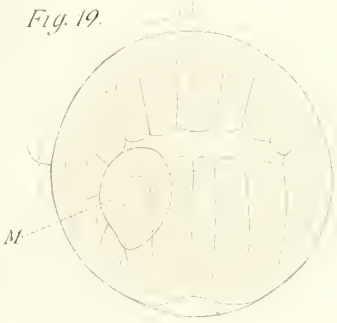


Fig. 20.

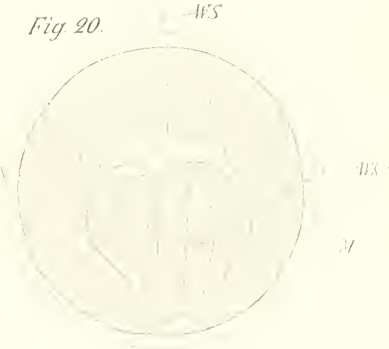


Fig. 23.

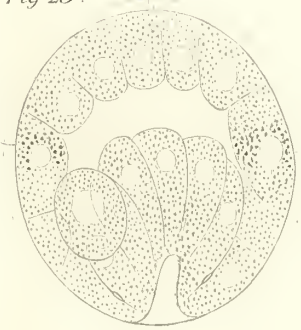


Fig. 24.

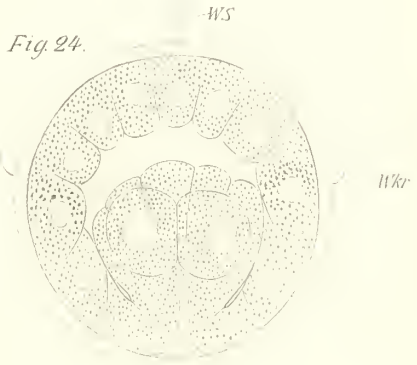


Fig. 25

Fig. 26

Fig. 29

Fig. 30.

Fig. 33

Fig. 34

Fig. 27

Fig. 28

MP

Fig. 31.

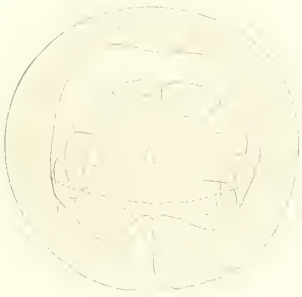
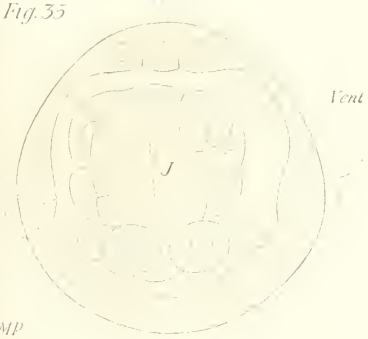


Fig. 32.

mcs

Fig. 33



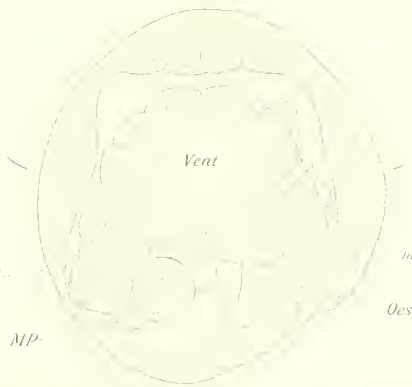
Vent

J

mcs

MP

Fig. 30



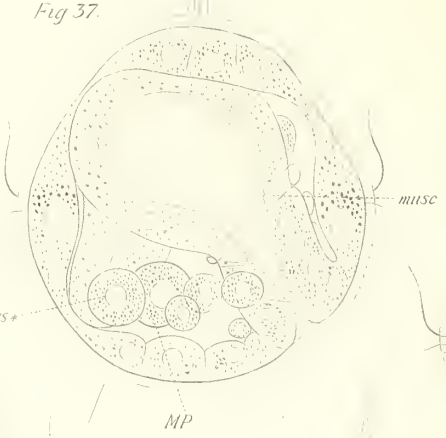
Vent

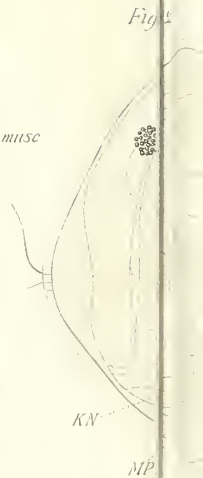
J

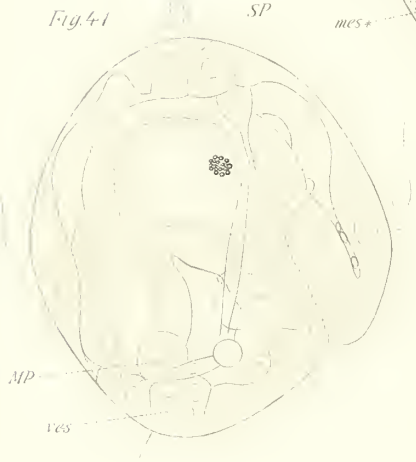
musc

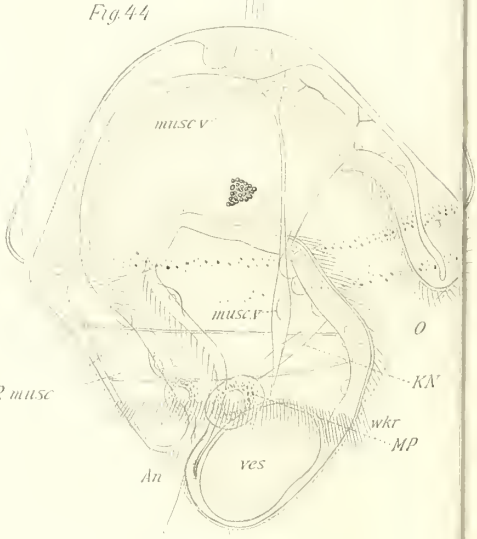
Oes

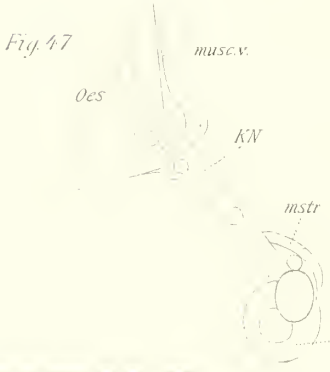
MP











Verlag v. Alfred Hölder, K. K. Hof-

Fig. 38

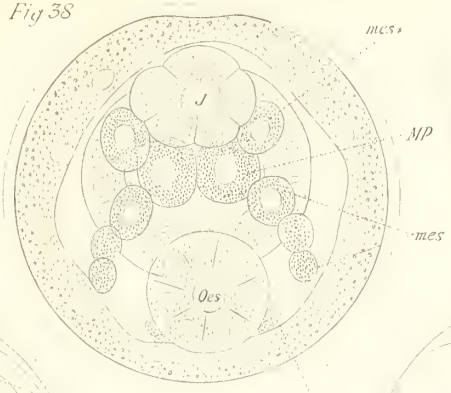


Fig. 40.

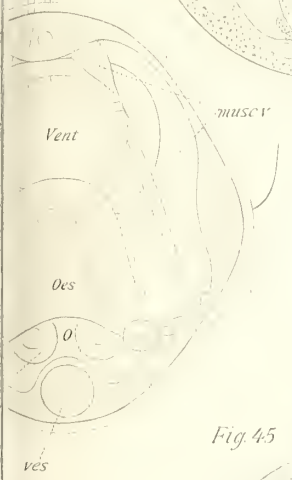


Fig. 43.

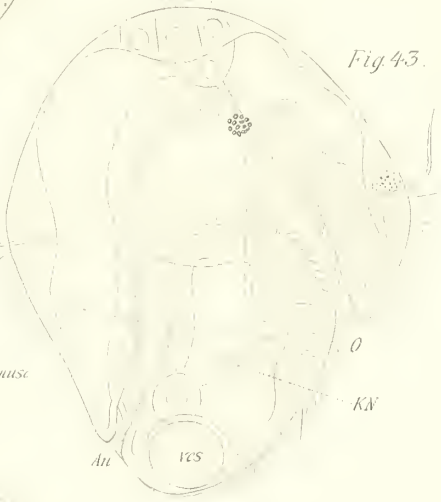
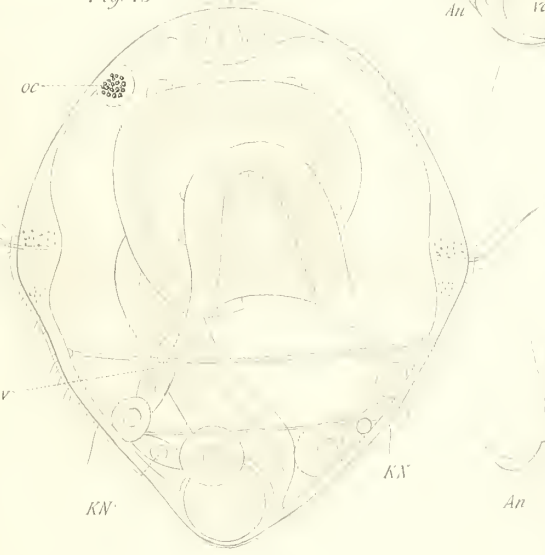


Fig. 45



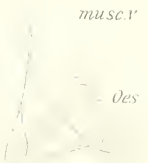


Fig. 40.

Fig 48.

Fig 49.

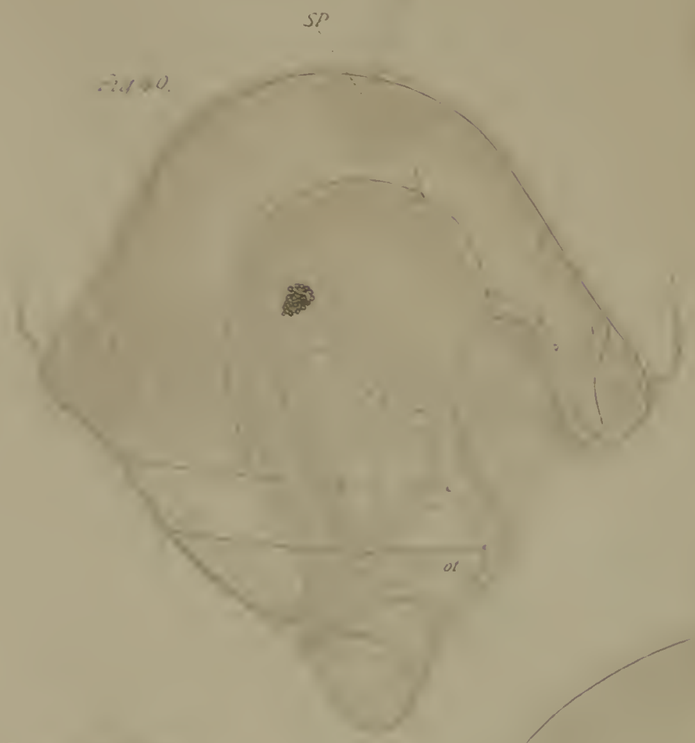


Fig 50.

Fig 50a.

Fig 51.

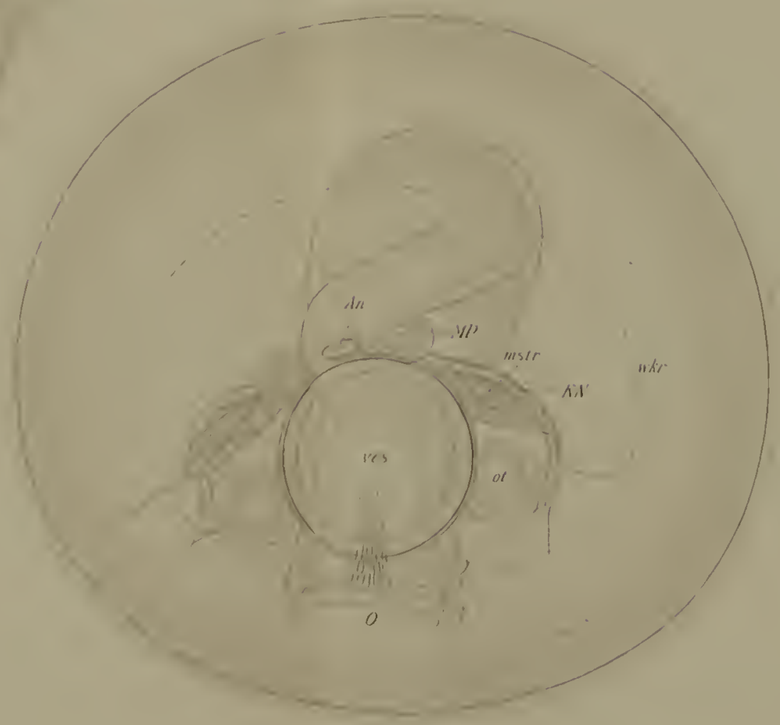


Fig 52.

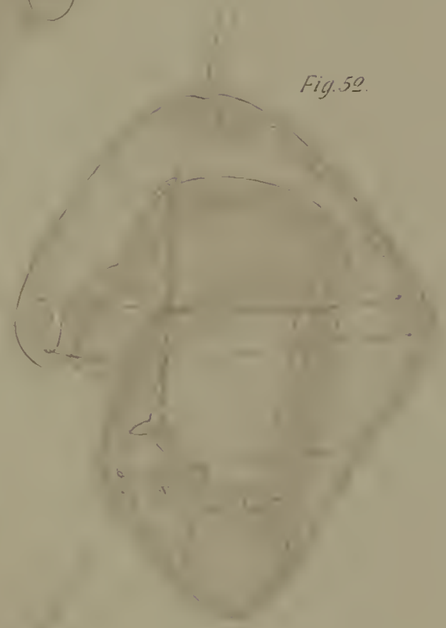


Fig 53.

Fig 54.

The Embryology of Patella [1]

by

William Patten Ph. D.

from Boston U. S. A.

I desire to express my thanks to Prof. Claus for the personal kindness and generosity he has shown in placing at the disposal of one who had no claims of nationality or a previous personal acquaintance, the admirable opportunities for original investigation afforded by the Government Zoological Station at Trieste.

I. Preparation of the Embryos.

The ova are 0,12 mm. in diameter, of a bluish green color and perfectly opaque. A preparation of acetic acid and glycerine rendered them sufficiently transparent for a study of the general external characters, while it was found necessary to resort to artificial sections in order to elucidate the more complicated internal changes.

A few drops of concentrated acetic acid were added to a watch glass full of sea water into which the embryos were transferred; if the solution is of the proper strength, which can easily be learned by experience, the color will change to a semi-transparent, dirty yellow, which in turn disappears entirely upon the addition of glycerine, leaving the embryo colorless with well marked nuclei and cell boundaries.

---

[1]) During the preparation of this paper only a part of the literature I desired to consult was accessable to me; I have, therefore simply recorded my observations without any attempt to make comparisons with or criticisms upon the works of a similar nature to my own. Theoretical considerations have also been excluded partly for the same reason and partly because I desire to confirm my opinions by further study.

A very small amount of acetic acid is sufficient to kill the embryos instantly; they however retain theircolor and unless placed in glycerine at once, dissolve or fly to pieces in a very remarkable manner. If the acetic acid is too strong the ova become too transparent and the cells lose their sharp outlines. One drawback to the use of acetic acid is that it is liable to lead one into error unless supplementary studies are made upon material which has been prepared in other ways. The cilia of the velum for example are well preserved by acetic acid and thus one is led to suppose that if there were other cilia present they would be equally well perserved, but that is not the case. For the bunch of large and prominent cilia situated at the animal pole, and the long stiff hairs of the anal cells disappear like a flash on the addition of acetic acid and not a trace of them is to be observed upon the otherwise well preserved embryos. These large cilia may be studied in the living embryos or by examining preparations made in osmic acid and glycerine, as in these media all the cilia are well preserved.

The sections represented in the plates were all drawn with the aid of the camera and cut from embryos killed in acetic acid, preserved for some time in alcohol and afterwards stained either in alcoholic borax carmine or Kleinenberg's haematoxylin.

A great many embryos were preserved in osmic acid and others in sublimate, or a mixture of sublimate and picric acid. In the last two cases it was difficult to make the embryos transparent by means of acetic acid and glycerine, although this could be done quite easily when the embryos had been originally killed in acetic acid.

No sections were made of embryos prepared either in osmic acid or sublimate, as those killed in acetic acid could be stained and sectioned with entire satisfaction.

II. Fecundation of the ova.

After many unsuccessful attempts to obtain the ova of Haliotis, Fissurella and Patella, during which my attention was called to the absence of any external sexual organs or albuminous gland to furnish envelopes for the ova, I came to the conclusion that the ova were scattered about singly in the water and there underwent an external fecundation.

The spawning season of Haliotis and Fissurella had passed; I determined to try artifical impregnation on Patella and was delighted to obtain a large number of fecundated eggs at the first attempt. It was not until the first of Nov. that the ova were sufficiently matured to allow its successful performance. The spawning season continued from that time until the middle of January. So far as I know this is the first instance of artificial fecundation[1]) having been successfully tried upon any of the Gasteropods and it was considered of sufficient importance to publish a notice of the same in the „Zoologischer Anzeiger", VIII. Jahrg. April 27th. p. 236.

Unfortunately I was seldom able to keep the larvae alive longer than ten or twelve days, at the end of which time all the thousands that at first were apparently healthy became so abnormal and dwarfed that it was impossible to use them for study. Only once did I succed in obtaining a few embryos with a normally developed nautiloid shell. Pl. V, Fig. 66. Others which had been kept twice as long, or fourteen days, developed no shell at all although the conditions were apparently the same in both cases.

Various unsuccessful attempts were made to obtain larvae by fishing from the surface.

The mature ova of Patella when taken from the ovary are of a bluish green color and measure 0,12 mm. in diameter. They are protected by a very thick transparent chorion whose outer surface is covered with a number of shallow indentations between which is a much greater number of very small dots, which when highly magnified are also seen to be indentations, but smaller and more thickly distributed than the former. The bottom of each of these small pits is continuous with a fine line or canal (?) extending radially from the outer to the inner surface of the chorion. In profile the outer surface has the appearance represented in Pl. I,

[1]) I believe the ova of Haliotis and Fissurella could also be artificially, fecundated, as the same conditions prevail in them as in Patella, but the season had passed before it occurred to me to try it. It was not until after my experiments upon Patella were completed that I learned indirectly through v. Ihering's paper of W. H. Dall's observations on the „Extrusion of the Sexual Products of Patella" by means of a fusion and subsequent rupture of the walls of the right organ of Bojanus and that of the ovary or testis, during the spawning season, thus affording free communication between the ovary or testis and the outer world.

Fig. 1, while the inner surface is smooth. [1]) The larger pits are simply indentations in the outer surface of the chorion and are not connected with or extended into fine lines or tubes. None of these dots nor the fine lines connected with them have anything in the nature of a micropyle, which is situated at the animal pole and consists of a funnel-shaped projection of the chorion with a large irregular opening at its summit. Within this opening were a number of highly refractive globules, which greatly interfered with the observation of the fecundation and formation of the pole globules.

About ten minutes after removing the ova from the ovaries the pole globules appear as two colorless and transparent prolongations arising from the surface of the ova at the bottom of the funnel shaped micropyle, and extending upward towards its opening. Pl. 1, Fig. 4. They are of enormous size and when living appear structureless, but upon the addition of acetic acid take on the turbid appearance characteristic of protoplasm when treated with this reagent. At first they are of the same shape, long and irregular, Pl. I, Fig. 4; but finally one becomes much larger than the other, its distal extremity increases in size and at the same time assumes a globular form, while the proximal part is reduced to a slender neck. Upon treatment with glycerine and acetic acid a small indistinctly marked nucleus surrounded by radiating protoplasm may be observed in the centre of the swollen end of the pole globule. Pl. I, Fig. 6. The other pole globule at first approximately straight and club shaped, Pl. I, Fig. 4, finally becomes very much curved and twisted; no nuclei could be seen in it. Two pole globules were usually present, but in abnormal cases I have observed as many as four or five, only one of which however had the peculiar globular extremity, while the remaining ones were elongated and more or less curved. By the end of an hour the necks of both pole globules were very much reduced in size and finally became so slender, that a very slight jar was sufficient to break their connection with the ova.

I had often seen these detached polar globules without knowing what they were, and remember distinctly having seen several in division, although unfortunately at the time I failed to make drawings of them.

[1]) On one or two occasions I have observed a very thin, transparent and structureless membrane surrounding the chorion, from which it was separated by a large space. Whether it was always present forming a second chorion and only to be seen when thus distended I am unable to say.

Sections of the ova at this period often showed the presence of a layer of finely granulated protoplasm at the animal pole from which the pole globule arose.

At times deep depressions would be formed in this region to the bottom of which the pole globules were attached. Pl. I, Fig. 5.

After the extremities of the pole globule had fallen off, a small portion still remained attached to the ova, by means of which one was able to distinguish the animal pole as late as the stage with eight segmentation spheres,

III. Segmentation.

Segmentation takes place according to the general Molluscan type and in its earlier stages very much resembles that of Planorbis as shown by Rabl.

The first division is meridional, and in the majority of cases divides the ova into two unequal parts, Pl. I, Fig. 9, although I have often observed this stage when it was impossible to detect any difference in the two products.

The next division is also meridional and at right angles to that of the first, only affecting however the larger of the two segmentation spheres, which it divides into two equal parts. Pl. I, Fig. 10.

The division of the remaining first segmentation sphere takes place some time afterwards, but in the same plane as the second, giving rise to the stage with four segmentation spheres. Pl. I, Fig. 11.

The third segmentation, counting that of the two primary spheres as the second, although the division is not simultaneous, is parallel to the equator of the ova and a little nearer the animal than the vegetative pole. Instead however of dividing all four spheres simultaneously, it acts upon them successively, producing stages with five, six, seven and eight segmentation spheres. Pl. I, Fig. 12, 13 and 14. [1])

The stage with six spheres is characteristic, having three small spheres superimposed upon three larger ones. I was not able to find the pole globule at this stage, therefore the ova can not be accurately oriented.

[1]) I am inclined to think that an inequality of the two primary spheres is the normal condition, for although a difference in size between the first two spheres may not be discernible, a difference of some kind really exists since one invariably divides before the other.

The stage with seven spheres I have not with certainty been able to find, but think that such a stage exists.

The stage with eight spheres is represented in Pl. I, Fig. 14. It will be seen that there is a slight difference in size between the four cells of the two poles of the egg, while otherwise, so far as could be observed, they were of the same color and structure. By a further division of the cells the ova become transformed into a blastosphere with a slightly eccentric and oval segmentation cavity.[1])

In surface views of the vegetative pole of such an embryo, may be observed four large cells, only distinguished from the remaining ones by their coarser structure; in optical section it will be seen that the gradation in size of these four cells toward the smaller ones at the opposite pole is very gradual. Subsequent development shows that those four cells constitute the beginning of the endoderm.

Very early in the segmentation stages the thick chorion falls away from the embryo leaving it free to undergo further development. It is seldom that I have observed embryos at the end of the segmentation still enclosed within the chorion, — never after that period.

IV. Gastrulation.

It is difficult to determine the characters by which one can decide when the gastrulation begins since there is no invagination of the endoderm to determine this point. We will consider the beginning of the gastrulation, and hence the second period of development, as being indicated by the division of the four primitive endoderm cells and their growth inwards to fill up the segmentation cavity. It is also at this period, or possibly a little before, that the rudiments of the velum and apical plate appear.

At the end of the preceding period four long cells, with difficulty to be distinguished from the surrounding ones, were to

[1]) It must be remarked here that owing to the great opacity of the ova, the uniformity in size of the segmentation spheres and their indistinct boundaries, and owing to the artifical condition, which produced a large percentage of abnormal types, in the earlier stages difficult to distinguish from the normal ones, — it was difficult to follow with certainty the rhythm in the segmentation after the eight — cell stage. Hence the succeeding stages as far as the blastosphere have been omitted, since I am unable to say with certainty whether the results were those of a normal development or not.

be seen, Pl. I, Fig. 15 and 16, which during the first of the present period increase rapidly in size growing principally inwards toward the animal pole, while in doing so they encroach more and more upon the segmentation cavity and finally nearly obliterate it.

Pl. I, Fig. 15, shows a surface view of these four cells, while Pl. I, Fig. 16, is a section through an embryo of the same stage. An optical section of the embryo at the end of segmentation shows that these cells are wedge-shaped, whereas at the beginning of the gastrular stage they have increased in size at their inner ends, assuming an oval form, Pl. I, Fig. 17 and Pl. II, Fig. 20, which immediately distinguishes them from the surrounding cells of the ectoderm.

As they continue to increase in length their inner extremities, which are relieved from the lateral pressure of the adjacent cells, expand into peculiar club-shaped cells, which nearly fill the segmentation cavity. Pl. I, Fig. 18.

It is during this increase in size and inward-growth of the four primitive endoderm cells, that at first two and later four or five slightly enlarged cells at the apical pole become furnished with tufts of short cilia, thus forming the beginning of the apical plate; at the same time the velum is established by the appearance of similar tufts of cilia upon each one of a double row of cells extending around the equator of the embryo. Externally this double row of cells cannot be recognised as such, for the cells constituting it are only distinguished from the others by the presence of the cilia, Pl. II, Fig. 21. A longitudinal section of the embryo at this period, Pl. I, Fig. 17 and 18, shows however that in reality the cells in question and their nuclei are considerably larger than those of the remaining ectoderm cells.

The embryo, which at this early stage is already provided with the rudiments of the velum and apical plate, can only roll about on the bottom of the glass or whatever vessel it may be in. It is not able to swim freely in any direction, until the growth of the post-velar portion has carried the centre of gravity out of, and behind the centre of the equatorial plane in which the velum lies.

It is important that we should have a correct idea of the general shape of the embryo and the relation of its main axes, before describing the further changes which take place. The embryo, as we have seen, is spherical. The four endoderm cells are situated at the vegetative pole, and opposite is the animal or

apical pole, at which point we have seen the enlarged ciliated cells which later form the apical plate. The main axis of the embryo therefore passes through the apical plate and the centre of the blastopore.

The velum at first either coincides with, or when parallel to the equator, is situated *nearer the blastopore than the apical pole.* Pl. II, Fig. 22. An indefinite number of radiating axes may be drawn in the equatorial plane having for their point of intersection the point at which the main axis of the embryo is perpendicular to the equatorial plane. The embryo is therefore a pure radial type. But this condition does not last long for two large cells soon appear, one of each side of the four endoderm cells, destroying the previous symmetry and transforming our embryo into a bilateral organism. These two cells may be seen in optical section in Pl. II, Fig. 22 *en.* m^1 and *en.* m^2; and in actual section in Pl. II, Fig. 23. During their present condition they may be called the e n d o-m e s o d e r m cells since the subsequent division of each of these cells-gives rise to two cells, one of which becomes the primitive mesoderm cell, and the other, after remaining in the mouth of the blastopore for some time, finally becomes pushed inwards by the narrowing of the blastopore, and forms one of the endoderm cells lining the cavity of the mesenteron. Bearing these conditions in mind we have only a few points to consider before we reach the next stage.

On examination of Pl. I, Fig. 17 and 18, and Pl. II, Fig. 22, it will be seen that one or at most two cells only, intervene between the velum and the large endoderm cells which fill the mouth of the gastrula. By the elongation and inward-growth of the endoderm cells the body of the embryo loses its spherical shape and becomes somewhat lengthened, to assist which, the ectoderm cells we have just pointed out increase in number and thickness. The cells which constitute the velum are large and wedge-shaped with convex outer surfaces, which later often become somewhat indentated at the point where the cilia originate. Pl. II, Fig. 25.

The embryo-cap, or that portion of the embryo anterior to the velum and including the future apical plate, consists of a small number of wedge-shaped cells decreasing slightly in size towards the summit, which is occupied by four or five cells provided with a few cilia, but otherwise indistinguishable from the surrounding cells. With the increase in length of the embryo, the embryo-cap

cells lose their wedge like form and become somewhat flattened. Pl. II, Fig. 25 and 32.

V. Migration of the Blastopore and Appearance of the Dorso-ventral Axis.

At the end of the preceding stage the four primitive endoderm cells had divided at their inner ends giving rise to a small number of large cells, while the outer ends of the four original cells still filled the mouth of the gastrula.

If, at the beginning of the present stage, we examine the blastopore it will be seen that the four large cells with which it was filled have now increased to seven or eight. In surface views of this part of the embryo, these cells are easily distinguished from the surrounding ectoderm by their finely granular appearance and the absence of nuclei, whereas the ectoderm cells are filled with fat globules and contain well marked nuclei. Pl. II, Fig. 28 and Pl. III, Fig. 43. This difference in the appearance of the two kinds of cells is easily explained by the examination of sections through the blastopore at this stage. Such a section is seen in Pl. II, Fig. 25. In this example the number of free endoderm cells is very small, the majority consisting of elongated cells distended at their inner extremities and closely packed in the gastrula mouth, which they completely fill. The nuclei are situated at the inner ends of the cells a long way removed from the outer surface, thus accounting for their absence in surface views. The outer ends of these cells are usually deeply stained and consist of very fine and uniformly granular protoplasm extending inwards as far as the large vesicular nuclei. Beyond the nuclei the cells consist of protoplasm, which is reduced almost to a network by a great number of cavities, which in the living cells were probably filled with fatty material, now removed by the action of the reagents.

In the same Fig. 25, *en.*[1] is a very large cell almost divided into two portions, the narrowest part connecting the two ends is filled with protoplasm, the granules of which have arranged themselves with their long axes parallel to the long axis of the cell. A second cell *en*[2] may be seen in the same section, that has completely separated itself from the parent cell, which still helps to fill the blastopore.

Finely granular protoplasm may be seen in cell *en*[2] marking the place where it was formerly connected with its parent cell.

Such endodermic cells, which have only recently been separated from those filling the mouth of the gastrula, can always be distinguished by the one sided position of this deeply stained patch of protoplasm, which afterwards becomes uniformly distributed throughout the cell.

About the twentieth hour the blastopore no longer retains its central position at the basal end of the embryo. It gradually moves towards the future ventral surface retaining meantime its size and characteristic appearance. In Pl. II, Fig. 27 is a section of an embryo of twenty-five hours where it will be seen that the centre of the blastopore is not equally distant from the velum on each side, a greater number of ectoderm cells intervening on the dorsal, than on the ventral side. Pl. III, Fig. 40 is also a longitudinal section through the blastopore of an embryo 20 hours old, it will be seen that the gastrula mouth has become more ventrally placed and smaller, while it is filled with only two large cells and the small ends of two others. In Pl. II, Fig. 31, it has become still more ventrally placed and slightly elongated.

After the blastopore has reached about the position indicated in Pl. III, Fig. 34, it decreases in size and occupies the bottom of a V shaped hollow, which increases in depth as it decreases in width. The apex, which is the deepest part of the furrow, is directed towards the velum. As the groove narrows it grows deeper and finally it is impossible to distinguish in surface views the ends of the endoderm cells, which fill the mouth of the gastrula and pave the anterior floor of the deepening groove. Sections show us plainly that the blastopore, which is now very much reduced in size, occupies only a small part, the apex, and very deepest portion of this V shaped furrow, Pl. III, Fig. 41, while the remaining part is occupied by ectoderm cells, which ascend abruptly to the surface in the wall next the velum, while at the opposite side the slope is more gradual. The enormous cells, which formerly filled the blastopore, have become extremely attenuated and, at their outer ends, reduced almost to lines in order to accomodate themselves to the now reduced limits of the blastopore.

Before the pressure upon the surrounding cells has forced the ends of the endoderm cells out of the gastrula mouth and therefore permanently closed the blastopore, the ectoderm cells surrounding the V shaped pit have increased slightly in size and become conspicuous by their regular order, while at the same

time they assume at the apex of the groove a decidedly circular arrangement, Pl. III, Fig. 37 and 38. Meantime the diverging arms of the V have become parallel enclosing a narrow and shallow furrow *which deepens at its widened basal extremity, Pl. III. Fig. 38, forming a round opening similar to the one at the opposite end of the furrow, but smaller and not so distinctly marked.* The furrow connecting the two pits becomes less distinct and soon after the posterior pit m′ disappears leaving a long shallow groove to mark its former position, Pl. III, Fig. 37 and 42; the anterior pit however remains and, becoming completely surrounded with prominent wedge-shaped cells, forms the opening of the oesophagus or mouth. At the same time the blastopore closes.

The ectoderm cells, which formed the side walls and floor of the V shaped furrow, now constitute the walls of the stomodaeum or oesophagus.

Just before the blastopore moved from its central position at the basal end of the embryo it was filled with four large cells, which had grown into and almost filled the segmentation cavity, at the same time they underwent a division more or less perfect in a plane perpendicular to the long axis of the cells. The products of this division remain for some time intimately associated with the parent cells, Pl. II, Fig. 22, showing by their configuration and position the source of their origin. As the blastopore however moves towards the ventral surface, the cells in question become separated from the parent cell and assume rounded or somewhat distorted and compressed shapes in order to accommodate themselves to the limits of the segmentation cavity, which they soon completely fill. At the same time the parent cells, which continue to occupy the blastopore, divide parallel to their long axes increasing the number of cells in the mouth of the gastrula to seven or eight. As the blastopore migrates toward the position of the future mouth, the products of the first division of the four endoderm cells become less distorted and, as the embryo increases in length, arrange themselves symmetrically beneath the apical plate. The products of each subsequent cross division of the cells which fill the blastopore become smaller with each succeeding division, owing to the diminishing size of the parent cells. By the time the blastopore has closed, the endoderm cells, which before were irregularly arranged and completely filled the segmentation cavity, have now assumed some order in their distribution. A long

slit-like cavity appears in the centre of the mass of endoderm cells, the dorsal and anterior walls of which are formed by the larger cells, the oldest and largest cells forming the anterior wall. The posterior ventral wall of the cavity is formed by the smallest and youngest cells and also by those cells which, with the closure of the blastopore, were forced out of the mouth of the gastrula into the interior of the embryo.

Before the blastopore has commenced to leave its primitive position opposite the apical pole, the *endo-mesoderm* cells leave their median lateral position and approach each other on the future dorsal side of the embryo, at the same time they become elongated, the inner ends being rounded and somewhat distended, while their outer ends are more or less rod-shaped owing to the pressure of the adjacent cells. When the cells in question have reached a distinctly dorsal position, they divide in a plane perpendicular to about the middle of the long axis of the cells, and thus give rise at their inner ends to the primitive mesoderm cells, which for some time show by their position and contour the source of their origin. *A long time after the production of the primitive mesoderm cells, one may see in sections the stalk-like ends of the endo-mesoderm cells situated on the dorsal edge of the blastopore, by the subsequent closure of which they are forced into the interior of the embryo, and form a part of the endoderm lining of the mesenteron.*

During the first movements of the blastopore I have often noticed two small cells between the primitive mesoderm and the remnants of the endo-mesoderm cells. Pl. III, Fig. 40 *a*. I think that they originated by a second division of the latter cells. I was not able to find them in later stages. Whether they are the products of abnormal development or not, I am unable to say but am confident that they do not take any part in the formation of the mesodermic chords. They disappear soon after their first appearance.

The two primitive mesoderm cells, whose dorsal position now marks a further advance in the differentiation of the simple bilateral into the dorso-ventral type, are large and spherical, but finally become placed so closely to each other, that their point of contact is transformed into a plane, which exactly coincides with the median longitudinal dorso-ventral plane of the embryo. Pl. III, Fig. 36, and Pl. II, Fig. 29, and 30. This partially spherical form soon changes to an oval one that precedes the first division, which takes place at right angles to the long axis of the cell and

nearer the anterior than the posterior end, thus giving rise to two unequal parts. Pl. IV, Fig. 49 and Pl. III, Fig. 37.

Before the nuclear changes which precede division have appeared, the nucleus is surrounded by an envelope of finely granular protoplasm, which, just previous to the formation of the spindle, becomes beautifully radiate sending long thread like arms of protoplasm toward the periphery of the cell, which is filled with the vacuolated protoplasm similar to that seen in the endoderm cells; Pl. II, Fig. 32. Pl. IV, Fig. 49 represents a section through one of the primitive mesoderm cells during its first division; cells m^1 and m^2 and the subsequent cells produced from *pr. m* do not divide themselves until each of the primitive mesoderm cells has given rise to a single row of smaller cells, the two V shaped rows thus formed diverging forward and downward, while the two primitive mesoderm cells form their point of convergence; Pl. IV, Fig. 50. The smaller mesoderm cells now divide giving rise to a double row of cells compactly arranged and extending forward beyond the velum. The primitive mesoderm cells are even then plainly visible as two large cells at the point where the mesoblastic cords meet.

General shape. During the changes just described the general shape of the embryo has undergone some rather important modifications to which we will now turn our attention. The basal end of the embryo was at first round, but by the time the blastopore has reached the edge of the ventral surface, it has become dorso-ventrally compressed; Pl. II, Fig. 30 and 32. As the blastopore encroaches still more upon the ventral surface two swellings may be observed on each side of it; Pl. II, Fig. 31. *As the blastopore moves forward and leaves its intermediate position between the two swellings, they unite and form a median protuberance which developes into the foot, whose dual origin is for a long time indicated by the presence of a small median indentation.*

When the blastopore closes the foot has only attained insignificant proportions.

After having obtained an idea of the general form, and the relation of the internal to the external changes which have taken place, we can more easily comprehend the exact nature of the movements of the blastopore, which have thus far played so important a part and served as a landmark for the study of the other changes which take place. As we might very well imagine, *a priori*, the motive force of the ventral movement of the blasto-

pore does not lie in the cells filling the blastopore itself, but entirely outside of them and indeed in the cells which lie upon the dorsal side of the embryo. An unexpected help in locating and following the growth of these cells was given in the appearance of two large cilia bearing cells, which appear very early on the dorsal side of the blastopore just about the time it begins its ventral movement; Pl. II, Fig. 27 and 32, and Pl. III, Fig. 36. These two cells, whose outer ends are sharply granular and covered with very fine motionless hairs, are situated close together one of each side of the median dorso-ventral plane and at first on the dorsal side. Only one row of cells separates them from the blastopore while two or three intervene between them and the velum. A flattening of these second intervening cells causes an increase in their superficial area, at the same time they increase in number by division. The large velar cells remaining fixed, this extension of the dorsal surface, not being counteracted by a corresponding one on the opposite side, forces the blastopore and the anal cells from their original position towards the ventral surface. This continues until the blastopore has reached the position indicated in Pl. II, Fig. 31 and 32, when the movement is accelerated by growth in another region. By comparing Pl. II, Fig. 25, with Pl. II, Fig. 27 and 32, it will be seen that the number of cells upon the ventral side has remained nearly the same while on the dorsal side they are not so deep, and have plainly increased in number and extent.

Fig. 1.

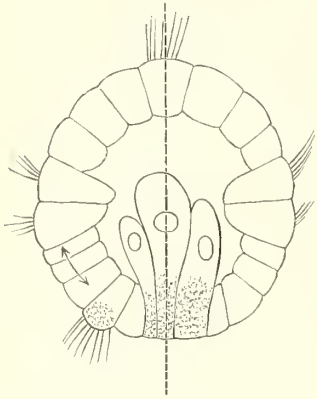


Fig. 2.

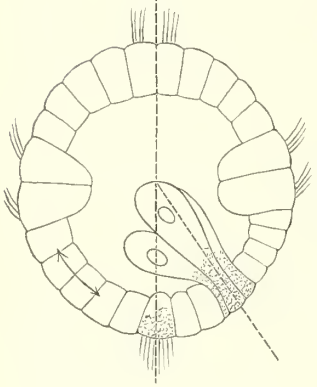
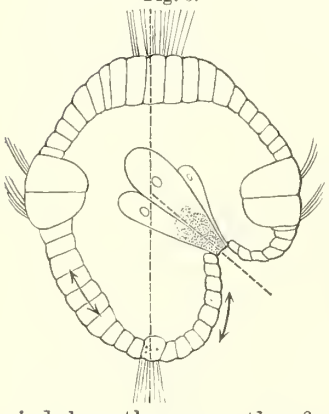


Fig. 3.



After the anal cells have been carried by the growth of the dorsal surface almost to the basal end of the embryo, the cells between the blastopore and the anal

cells rapidly multiply, thus increasing the distance between those two structures while the anal cells remain almost motionless at the basal end of the embryo.

The three adjoining wood cuts will make these changes in the position of the blastopore easily understood.

During the present stage the velum has assumed enormous proportions, and is composed of two rows of large cells encircling the embryo, and situated somewhat nearer the apical than the basal pole. The cilia, which upon their first appearance formed a tuft in the centre of each velar cell, increase in size and arrange themselves in two continous bands passing through the centre of each row of cells. The nuclei are situated in the centre of the cells opposite the cilia, from which they are separated by a band of finely granular protoplasm the width of which equals that of the band of cilia; Pl. II, Fig. 27 and 32. As the embryo grows older, the anterior row of cells decreases in size and becomes hardly distinguishable upon preparation of the whole embryo. They form what we shall call the anterior support cells of the velum. At first they are triangular with their bases resting upon and conforming to the adjacent wall of the large velar cells; later they become much flattened and elongated, but still retain a small band of cilia on their outer surfaces. [1])

The posterior row of velar cells increases in size and forms a single row of very large laterally compressed cells, whose cilia have also increased in size and form a rather broad and continuous band passing through the centre of the cells. This band is very distinct in preparations of the whole embryo owing to the absence of fat globules in the velar cells at the base of the cilia.

A third row of cilia bearing cells is formed on the posterior side of the large cells, and afterwards constitutes the posterior row of support cells. On the dorsal side of the embryo this latter row of cells becomes widened and especially well marked in preparations of the whole embryo. The band is widest on the dorsal side, in the centre of which it becomes slightly indentated. Pl. III, Fig. 36. It gradually decreases in width and distinctness as it passes towards the ventral side, where we are no longer able to

[1]) I have often observed in young specimens that, while the velum consisted of only one row of cells on the dorsal surface, that on each side of the embryo the velum often developed two or even three rows of cells. I have not observed this condition in stages later than the closure of the blastopore.

distinguish it except by means of sections, on examination of which those cells will be readily distinguished as a single row of wedge-shaped ciliated cells closely applied to and supporting the very large quadrate or wedge-shaped velar cells; Pl. IV, Fig. 51 and 52, etc.

The peculiar form and distinctness of this widened dorsal portion of the posterior row of support cells appears soon after the blastopore has begun to move toward the ventral surface and is retained until after the evagination of the shell gland.

The shell gland makes its first appearance shortly before the closure of the blastopore, as a plate of thickened cells; Pl. III Fig. 41 *sh. g.*, situated on and including almost the entire dorsal surface of the embryo posterior to the velum. A flattening in the outer ends of the cells and a large shallow depression in the centre of the plate are the first indications of the invagination which is formed there at the beginning of the next stage.

The cells composing the embryo cap have during this stage increased in number and decreased in size, assuming a more cuboidal shape, only those at the summit bearing cilia. The cells of the apical plate have also increased in number and become much elongated forming a lenticular thickening, the convex side of which is turned inwards. Pl. IV, Fig. 49 and 50. As these cells increase in length their nuclei, increasing in size and containing less stainable substance than before, leave their central position and move towards the inner ends of the cells.

As the apical plate increases in size the outer ends of the cells composing it, which were at first rounded, become flattened and finely granular, while the nuclei, now more deeply located, are no longer visible from the exterior. Meantime two cells, one on each side of the apical plate, have become conspicuous by retaining their rounded outer ends and by an increase in length which causes them to project some distance above the level of the surrounding cells. Pl. III, Fig. 35, 36 etc. *a. c.* The projecting ends become filled with a number of highly refractive granules and covered with extremely fine radiating hairs, which when seen upon the living animal are perfectly straight and motionless.

The remaining cells of the apical plate, and also nearly all the cells of the anterior half of the embryo-cap, have become supplied with short and active cilia, which upon the two or three cells in the centre of the apical plate and exactly at the apical or animal pole, become enormously developed and form a tuft of

from fifteen to twenty long cilia, which, when the embryo is in motion are entirely inactive and either remain straight and motionless or hang gracefully to one side in one or more festoons, which vary in position as the embryo moves about. When the latter is quiet, they are motionless, or at most show only a slight restless or uneasy movement.

At first sight one might attribute to these long cilia the function of regulating the direction in which the embryo moves, a function, which, considering the fact that the apical plate moves first, could be much more easily exercised at the opposite end of the embryo. I am inclined rather to attribute the function above mentioned to the smaller cilia around the apical end of the embryo, the larger and longer ones being especially modified to serve as *sensory hairs*, a supposition the more reasonable when we consider their sluggish motion and intimate connection with the very early developed rudiments of the sopra-oesophageal ganglion. Besides it is not easy to see why the embryo should have two rudders of different lengths at the same pole. It is possible that the long stiff hairs of the anal cells, which in this stage have attained considerable proportions, may assist in guiding the movement of the embryo, through I have never seen them in motion of any kind.

VI. From the Closure of the Blastopore to the Formation of the Nautiloid Shell.

When the closure of the blastopore has taken pace, the body of the embryo has slightly elongated, and the posterior portion becomes somewhat flattened dorso-ventrally, which is however obscured by the ventrally placed foot which is now rapidly increasing in prominence.

The endoderm which at the end of the preceding section had begun to show more regularity in the arrangement of its cells, has ceased to fill so completely as before the body cavity, and with the rapid division of the cells and their consequent reduction in size, has begun to assume the characters which distinguish it during this stage. Just after the closure of the blastopore, the endoderm cells are very large, their irregularity in size and shape still indicating the various modifications between the older and more rounded cells and the long wedge-

shaped and compressed ones, which have only recently freed themselves from the mouth of the closing gastrula. In the midst of the anterior endoderm cells, which are the first to show more regularity in size and a more symmetrical arrangement, appears a longitudinal opening widest anteriorly and gradually decreasing in width towards the opposite extremity. As this slit like opening increases in length, the cells at its posterior extremity, which hitherto have shown very irregular and compressed outlines, also become cuboidal in shape and arrange themselves in a single row around this cavity. This sac, or the mesenteron, now becomes more elongated, its anterior and lateral walls being composed of slightly wedge-shaped cells, those at the anterior end being larger than those at the opposite extremity. The ventral wall is composed of a layer of very much smaller cells, while at first the posterior dorsal wall is very imperfect owing to the want of space caused by the enormous development of the shell gland.

The large endoderm cells, which just before the closure of the blastopore entirely filled the segmentation cavity, have become so reduced in size through the demands made upon them by the active embryo that a large space now exists between the walls of the mesenteron and the ectoderm, which constituted the body cavity.

The further development of the mesenteron consists in the contraction of the elongated sac just described into a smaller and spherical one which assumes a more posterior position on the dorsal side of the embryo; Pl. V, Fig. 58. We have already seen how at the end of the preceding section the V-shaped furrow at the bottom of which was the blastopore became transformed into the oesophagus. As the blastopore was gradually moved towards the ventral side the few ectoderm cells Pl. III, Fig. 41, which intervened on that side between the blastopore and the velum, became subject to a pressure which finally bent them inwards and upwards, where they formed the anterior wall of the apex of the V shaped furrow, and when the blastopore closes they form the anterior wall of the oesophagus. As the oesophagus increases in length a marked difference is seen in the construction of its anterior and posterior wall, the former being composed of small cuboidal cells, while the latter is thick and made up of larger and much longer cells. The oesophagus at first grows directly forwards so that the thin anterior wall comes to lie against the velum. As it increases in length the extremity becomes bent inward towards the centre of the embryo, where it comes

in contact with the anterior cells of the mesenteron; as the latter contracts towards the posterior and dorsal portion of the embryo the oesophagus keeps pace with it and describes in its course a more or less perfect semicircle; Pl. V, Fig. 58. The thickened ventral wall of the oesophagus close to the mouth produces a single median invagination, which probably gives rise to the radula, although I have not found embryos far enough advanced to follow its further changes.

The mesoblastic chords, described in the last section, during the present stage increase in length reaching forward as far as the velum, at which point the cells, as they increase in number by division, no longer retain their former shape and intimate connection with each other but become isolated and at the same time assume elongated forms with pointed ends; Pl. IV, Fig. 52 The posterior portions of the mesoblastic chords remain for a long time intact being composed of two rows of cells anteriorly, while posteriorly they consist of a single row of compressed cells. The primitive mesoblast cells are situated at the very posterior extremity of the chords and are still easily recognized as such by their superiority in size.

As the development of the embryo proceeds, a portion of the mesoderm cells, which have become freed from the anterior extremity of the mesoblastic chord, moves towards the dorsal surface of the mesenteron, there forming a layer of cells which gradually grows toward the ventral side. Half a dozen or more of these cells become greatly elongated and, converging toward a point on the dorsal surface, become attached to the shell and form the muscle cells which serve to draw the embryo into the shell, when the latter has attained sufficient proportions. Another group of mesoderm cells extends forward and ventrally, surrounding the oesophagus and forming a specially large collection of cells above and at the sides of the oesophagus and around the invaginated pits on either side of it, which probably give rise to the auditory sacs. At the same time a few scattered cells arrange themselves around the inner wall of the velum; Pl. V, Fig. 60. A few elongated cells usually connect the mesoderm cells encircling the oesophagus with those upon the velum. A special chord of such cells, distinguished by their greater size is always found on either side connecting the oesophagus with the velum; Pl. V, Fig. 60. Besides these a few free, deeply stained and perfectly spherical cells are always to be found in the spaces between the

outer walls of the embryo and the mesenteron. They probably form the blood corpuscles.

I was not able to determine what became of the primitive mesoderm cells which at the 120th hour, the oldest embryo carefully studied, were still distinguishable from the other mesoderm cells by their greater size.

As soon as the foot becomes hollowed within, it is also filled with scattering mesoderm cells.

The shell gland, which at the end of the preceding stage had only formed a thick plate of cells slightly hollowed in the centre, during the present period assumes such enormous proportions as to change the shape of the whole posterior portion of the embryo and to exert a modifying influence upon the processes which take place within the interior of the embryo.

The cells become very deep as the invagination of the gland progresses. The cavity of the gland is at first shallow and wide mouthed, but gradually decreases in size still retaining its circular opening; Pl. V, Fig. 59. When the latter has reached its smallest limits it loses its circular outline, increases in size and becomes laterally extended, at the same time the cavity itself, which has meantime increased in depth, becomes roughly Y shaped, Pl. IV, Fig. 46 and Pl. V, Fig. 64. The shell gland, the cavity of which is now surrounded with very thick walls, occupies almost the entire dorsal surface of the embryo posterior to the velum, and soon encroaches upon its lateral walls; the floor of the cavity decreases rapidly in thickness while its edges become more prominent.

This decrease in the thickness of the bottom of the cavity is due to its lateral and posterior extension, which in time causes the anterior arm of the Y shaped cavity to disappear. Pl. V, Fig. 57 and 65. The bottom of the cavity is thus entirely exposed to the outer world, the only trace of it which remains is the posterior arm of the Y, which still forms an infolding of the ectoderm at the posterior end of the embryo. The lips of the invagination, which has thus become almost entirely obliterated, still retain their great size and form a gradually widening ring which grows toward and finally encircles the ventral surface of the embryo. This thickened ring forms the edge of the mantle.

The shell itself, which at first formed only a thin membrane over the opening of the gland, increases in thickness and becomes hat-shaped and slightly corrugated at its apex; Pl. V, Fig. 57. The

shell finally becomes nautiloid owing to its more rapid growth on the dorsal side.

The anal cells still occupy the posterior end of the embryo; they are triangular in shape, the bases being directed inwards. The apices of the cells have developed a small plate-like projection from which a bunch of long motionless hairs takes its origen; Pl. V, Fig. 65. The nuclei of the cells are large and lie against the inner walls of the cells, as far as possible from the exterior. A flattened and elongated area of cells provided with a thick coat of fine and active cilia exists between the ones just described and the base of the foot; Pl. V, Fig. 57 and 58. As the edge of the shell gland encroaches upon the ventral surface, this ciliated patch of cells becomes bent forward with its outer surface against, or close to, the base of the foot, while the long stiff hairs of the anal cells are now pointed ventrally instead of posteriorly. The projection at the end of which are situated the anal cells now remains stationary, and as the posterior edge of the shell gland, which at this point is thick and composed of very large cells, continues to grow ventrally, it finally envelops the anal projection, leaving only the ends of the anal cells with their long hairs projecting beyond the edge of the mantle; Pl. V, Fig. 58. The cavity of the shell gland has now entirely disappeared, the former thick floor of the cavity has become very thin and composed of flattened lenticular cells; Pl. V, Fig. 65 and 58.

The foot has increased very much in prominence in the last stage; its flattened anterior surface has approached so close to the velum that it almost entirely closes the opening to the oesophagus and completely conceals the mouth from view.

The posterior surface of the foot, which at first was convex, now becomes flattened and developes a thin horny operculum with which the mouth of the shell can be closed. Even at this late stage, if we observe the foot from above or below, a small indentation will be seen in the median plane marking the place where the blastopore passed between the two lateral swellings, the subsequent fusion of which gave rise to the foot.

The auditory organs appear shortly after the closure of the blastopore as two shallow folds of the ectoderm, one on either side of the oesophagus, just below the velum; Pl. III, Fig. 42. These folds at first lie nearly parallel to the long axis of the

embryo. As they increase in depth, their slit like openings come to lie parallel to and directly below the velum upon the ventral side of the embryo. The invaginations are directed forwards and inwards and form two narrow-mouthed sacs which afterwards lie against the inner wall of the velum. Pl. IV, Fig. 45. On this account it is seldom that the same series of cross sections will show both the invagination and its opening equally well. In Pl. IV, Fig. 53—55, which represent three consecutive sections of the embryo cut not quite parallel to the plane of the velum, the cavity of the auditory sac with its external opening can easily be studied. The inner ends of the invaginated sacs become clothed with mesoderm cells. With the closure of the external opening the sacs become entirely separated from the ectoderm and assume a globular form, while the cavity, which was never very large, is now almost entirely obliterated by the increase in depth of the cells which constitute its walls.

Meantime the auditory sacs have left their primitive position beneath the velum and become permanently located in the cavity of the foot.

The velum has not materially changed those characteristics which we have already described in a previous section. It still consists of a central row of large, laterally compressed cells with a broad central band of cilia, flanked on either side by a row of smaller less uniformly regular cells supplied with a narrow band of much smaller cilia. We have already called them the anterior and posterior support cells of the velum, on account of the manner in which they apply themselves to the walls of the larger cells forming a kind of support for them. The peculiar thickening of the posterior row of cells, Pl. IV, Fig. 46, already described can no longer be observed.

The embryo-cap has become greatly reduced in high during the latter stages, hardly projecting above the level of the velum; at the same time it becomes laterally compressed and assumes an oval form, when seen from above or in cross sections, in order to accommodate itself to the opening of the shell, which has a similar shape.

At the sides of the apical plate and somewhat dorsally placed appear two clear refractive spots formed by the projecting rounded ends of four or five cells of the epidermis; Pl. V, Fig. 57 *e. s.* After about twenty-four hours an irregularly shaped pigment spot appears in the place formerly occupied by these cells, Pl. V, Fig. 66, *e. s.*

The projecting cells covered with fine radiating cilia, observed in the preceding stages, Pl. III, Fig. 34, 35 etc. *a. c.* are no longer distinctly visible. The tuft of long cilia in the centre of the apical plate retains however its former prominence. The apical plate has increased slightly in depth, and consequently the cells of which it is composed have become longer and contain nuclei distinguished from those of the other cells in the embryo-cap by their greater size and small quantity of chromatine. These nuclei are situated at the inner ends of the cells and are partly surrounded with vesiculated protoplasm. The outer ends of the cells are filled with fine granules which extend inward as far as the nuclei. This granular protoplasm contains fine lines continuous with the cilia upon the outer surface and extended inward towards the nuclei.

About the seventy-fifth hour two projections are developed upon the anterior surface of the embryo-cap on each side of the median line, Pl. IV, Fig. 45, they are thin walled and dome-shaped and often filled with fine globules of a refractive substance. I was at first inclined to consider them abnormal productions, but am convinced that such is not the case on account of their symmetrical appearance and regular occurrence at this period. By the end of the hundredth hour they have disappeared.

Unfortunately, as has happened with so many other observers who have studied the development of the Mollusca, I am unable to contribute any definite results as regards the development of the nervous system. This is due to the fact that, when the embryos had reached a stage old enough for the study of these changes, they had become so abnormally developed that any attempt to examine them for such a purpose would have been fruitless. The few normal examples of the oldest stages obtained, although sufficient to give the external form, were not abundant enough to afford material for sectioning. A few fortunate sections at this stage however will be of interest. Pl. V, Fig. 62 is one of these sections and it will be observed that the apical plate is still formed of a layer of long cells, while on each side of it the cells have increased in number and formed two lateral masses. In surface views at the same stage, the embryo cap-is seen to be somewhat depressed at the points where these lateral masses of cells should be while the apical plate has left its primitive position at the apical pole and now lies close to the velum on the ventral side of the embryo. An actual invagination was not seen to occur. Whether these lateral masses of cells increase in size and subsequently fuse to form the

supra-oesophageal ganglion, or whether it arises from a thickening of the apical plate or from a combination of both I am unable to say. A paired thickening of the ectoderm constituting the anterior wall of the foot appears at this time, which I am inclined to believe gives rise to the pedal ganglion.

Explanation of Plates.

an. c. anal cells.
a. p. apical plate.
a. anus.
b. blastopore.
en. endoderm.
In. intestine.
f. foot.
m. l. micropyle.
m. c. mesodermic chords.
m. s. mesoderm.
pr. m. primitive mesoderm cells.
m. n. mesenteron.
o. e. oesophagus.
p. g. pole globules.
r. radula.
s. c. segmentation cavity.
st. stomodaeum.
sh. g. shell gland.
sh. shell.
V. velum.
l. s. lateral swellings.

Plate I.

Fig. 1. Chorion. Fig. 1a. Optical section of the chorion still more highly magnified.

Fig. 2. Ovum just after its removal from the ovary.

Fig. 3. Ovum about ten minutes after its removal from ovaries, showing amoeboid arms.

Fig. 4. Ovum $^1/_2$ hour old, showing two pole globules surrounded by the refractive particles in the cavity of the micropyle.

Fig. 5. Ovum with large depression lined with finely granular protoplasm from which a single pole globule rises.

Fig. 6. Ovum $^3/_4$ hour old showing the two differentiated pole globules.

Fig. 7. Fertilized ova during its first division into two spheres.

Fig. 8. Similar ovum with two equal segmentation spheres.

Fig. 9. Ovum with two unequal segmentation spheres.

Fig. 10. Ovum with three segmentation spheres, seen from the animal pole.

Fig. 11. Ovum with four segmentation spheres.

Fig. 12. Ovum with five segmentation spheres.

Fig. 13. Ovum with six segmentation spheres.

Fig. 14. Ovum with eight segmentation spheres.

Fig. 15. Ovum in blastosphere stage seen from the vegetative pole as an opaque object, showing the four endoderm cells en^1. en^2. en^3. en^4.

Fig. 16. Section of an ovum in the blastophere stage, passing through the endoderm cells en^1. en^2, and the laterally placed endo-mesoderm cells *en.* m^1. and *en.* m^2.

Fig. 17. Section through an embryo which has just hatched, (about 10 hours) showing the two equatorial bands of cilia V^1. V^2. and the cilia upon the apical pole *a. p.* also the two large endoderm cells en^1. en^2.

Fig. 18. Section through an embryo of about 14 hours showing the lengthened and enlarged endoderm cells en^1. en^2. en^3.

Plate II.

Fig. 19. Embryo in the blastosphere stage, seen as a semi-transparent object. (10 hours.)

Fig. 20. Embryo at the end of the blastosphere stage, showing four large endoderm cells *en*^{1}. *en*^{2}. *en*^{3}. *en*^{4}. and the laterally placed cells *en. m.* which give rise to the primitive mesoderm cells. (12 hours.)

Fig. 21. Embryo of 14 hours; it has just escaped from the chorion.

Fig. 22. Section of an embryo of 14 hours, showing first cross division of the endoderm cells *en*^{1}. *en*^{2}.

Fig. 23. Dorso-ventral section through the blastopore of an embryo of 14 hours, showing the primitive mesoderm cell before it has separated itself from the cell *en. m.* on the edge of the blastopore.

Fig. 24. Dorso-ventral section through an embryo of 15 hours, showing the primitive mesoderm cell *p. m.* just after its division from the parent cell *en. m.*

Fig. 25. Longitudinal section through an embryo of 18 hours.

Fig. 26. Embryo of 20 hours, seen as an opaque object.

Fig. 27. Median dorso-ventral section of an embryo of 24 hours. The blastopore has become slightly eccentric.

Fig. 28. Posterior end of an embryo of 14 hours, showing four endoderm cells in the blastopore.

Fig. 29. Posterior end of an embryo of 26 hours with ventrally placed blastopore.

Fig. 30. Posterior end of an embryo of 28 hours with still more ventrally placed blastopore.

Fig. 31. Embryo of 30 hours seen as an opaque object.

Fig. 32. Dorso-ventral section through an embryo of 28 hours with ventrally placed blastopore.

Plate III.

Fig. 34. Embryo of 34 hours seen from the ventral surface showing the blastopore at the apex of the V-shaped furrow.

Fig. 35. Embryo about 2 hours older showing the very small blastopore in the semicircular area on the ventral surface of the embryo.

Fig. 36. Embryo of 34 hours seen from dorsal surface, showing the primitive mesoblast cells and the peculiar conformation of the posterior row of velar cells.

Fig. 37. Embryo of 40 hours seen from the ventral surface, showing a stage in the transformation of the V-shaped furrow into the opening of the oesophagus. The primitive mesoblast cells have given rise to two new mesoderm cells.

Fig. 38. Shows the transformation of the anterior end of the V-shaped furrow into the mouth opening.

Fig. 39. Embryo of 40 hours seen from the dorsal surface.

Fig. 40. Section through the blastopore of an embryo of 30 hours. *a*, cell probably arising from a second division of the parent cells of the primitive mesoblast.

Fig. 41. Section through the blastopore of an embryo of 40 hours, showing the blastopore shortly before it closes.

Fig. 42. Embryo of 44 hours seen from the ventral side; the ventral furrow *v. f.* still marks the place where the V-shaped depression formerly existed.

Fig. 43. Basal end of an embryo of 25 hours.

Fig. 44. Cross section through the shell gland of an embryo of 45 hours.

Plate IV.

Fig. 45. Embryo of 65 hours, seen from the ventral surface.

Fig. 46. Embryo of 55 hours, seen from the dorsal surface.

Fig. 47. Embryo of 55 hours, seen from the side.

Fig. 48. Embryo of 65 hours, seen from the side.

Fig. 49. Lateral section of an embryo of 45 hours, showing the first division of the primitive mesoblasts.

Fig. 50. Similar section of an embryo of 50 hours, showing the development of the mesoblastic chords.

Fig. 51. Similar section of an embryo of 58 hours showing the further development of the mesoblastic chords.

Fig. 52. Lateral section of an embryo of 65 hours showing the disintegration of the apical ends of the mesoblastic chords.

Fig. 53—55. Three consecutive cross sections of an embryo of 50 hours, through the region of the mouth, showing the invagination of the auditory organs.

Fig. 56. Tangential section through an embryo of 40 hours showing arrangement of cells around the blastopore.

Plate V.

Fig. 57. Side view of an embryo 80 hours old.

Fig. 58. Side view of an embryo 100 hours old.

Fig. 59. Diagonal section through an embryo of 50 hours.

Fig. 60. Cross section through the median row of velum cells of an embryo 90 hours old.

Fig. 61. Cross section through the velum of an embryo of 100 hours.

Fig. 62. Median longitudinal section through an embryo of the same age as Fig. 61.

Fig. 63. Tangential section through the ventral surface of an embryo 80 hours old.

Fig. 64. Median longitudinal section of an embryo of 70 hours.

Fig. 65. Median longitudinal section of an embryo of 98 hours.

Fig. 56. Side view of an embryo of 130 hours.

Fig. 2.

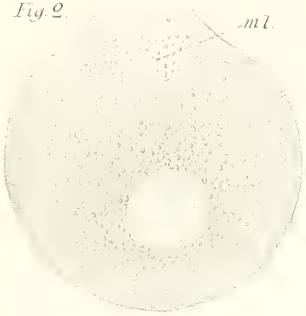


Fig 3.

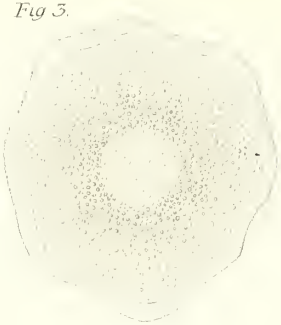


Fig. 6.

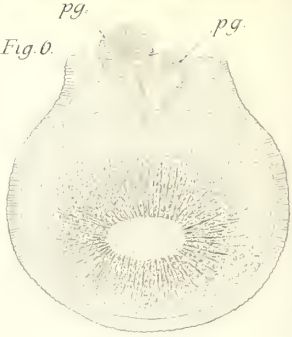


Fig. 13.

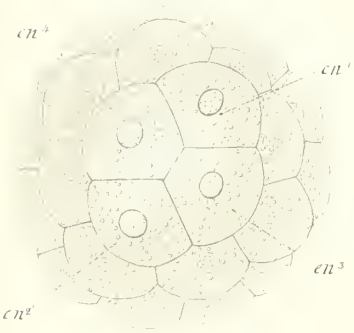


Fig 14

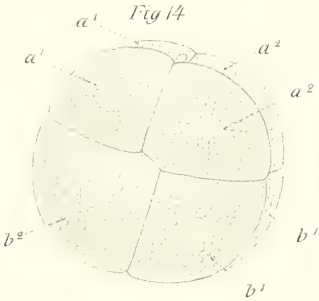


Fig. 12.

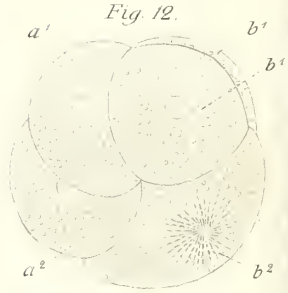


Fig 10

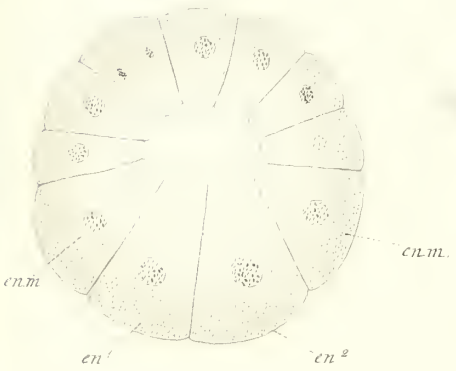
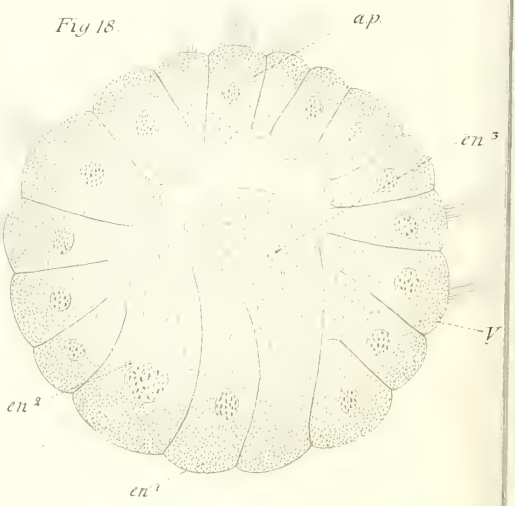
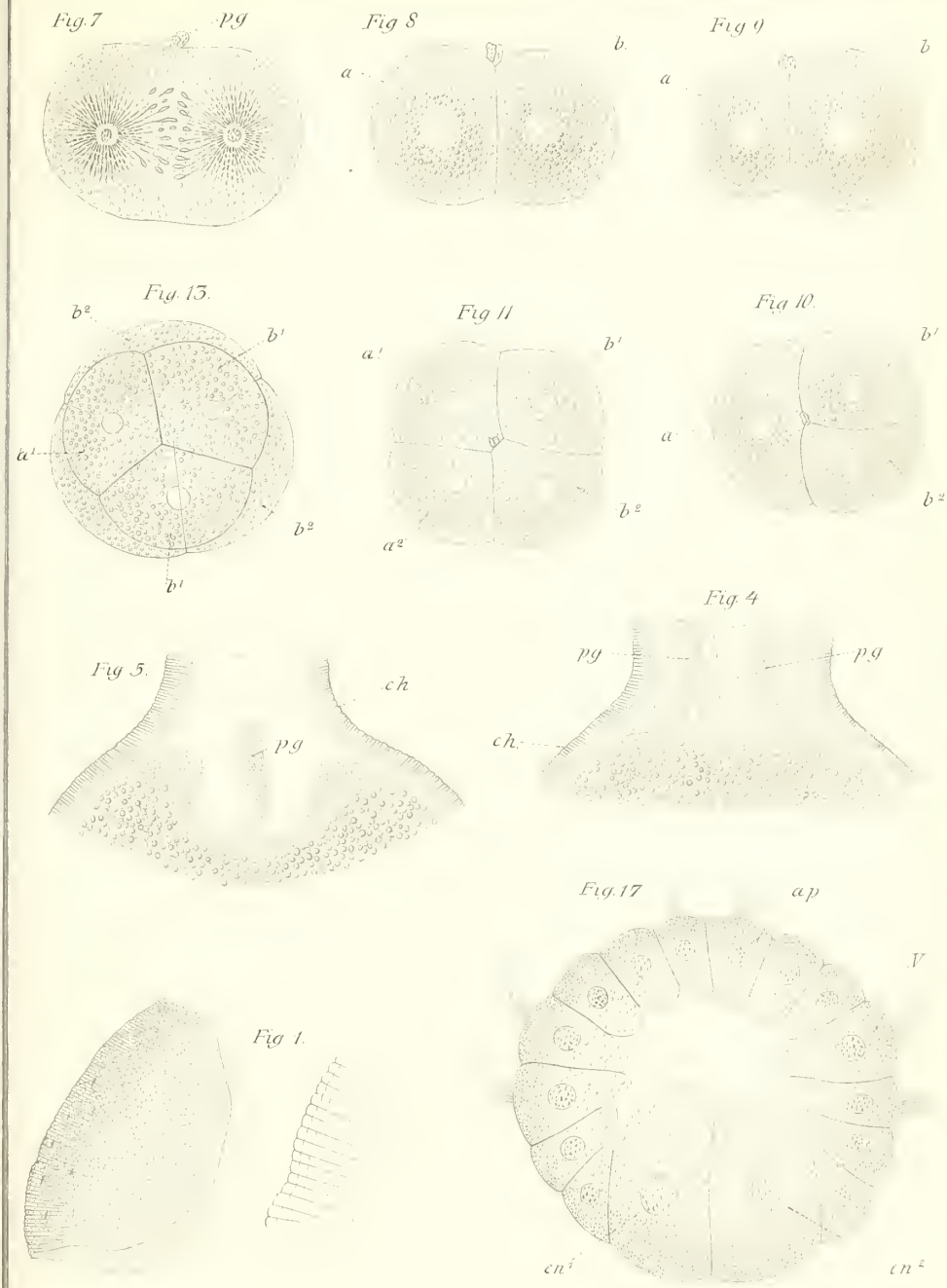


Fig 18.



W. Rotten del.

Verlag v. Alfred Holder K.K. Hof-



...stats-Buchhandler in Wien
Lith. An... Frankfurt a/M.

Fig. 19.

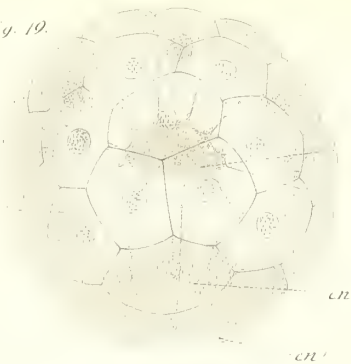


Fig. 20

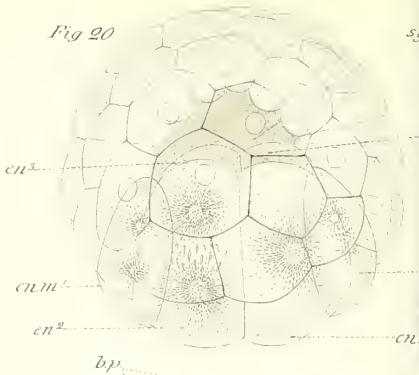


Fig. 22.

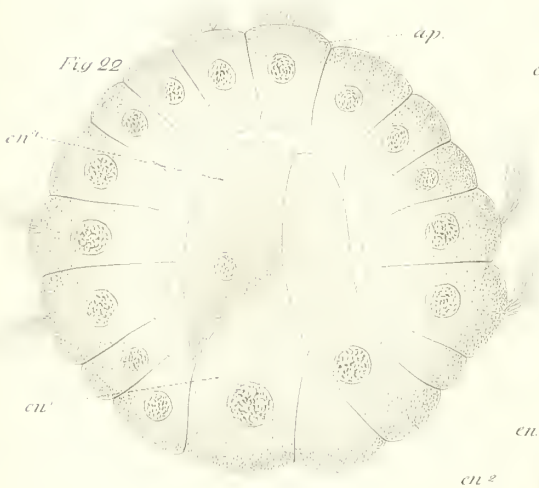


Fig. 23.

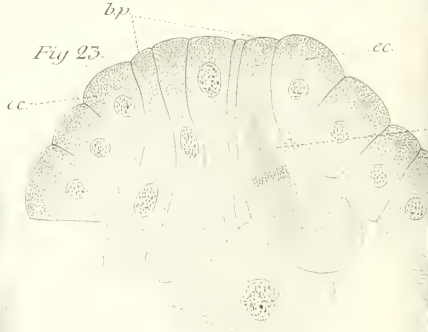


Fig. 24.

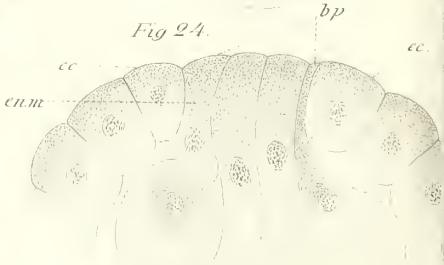
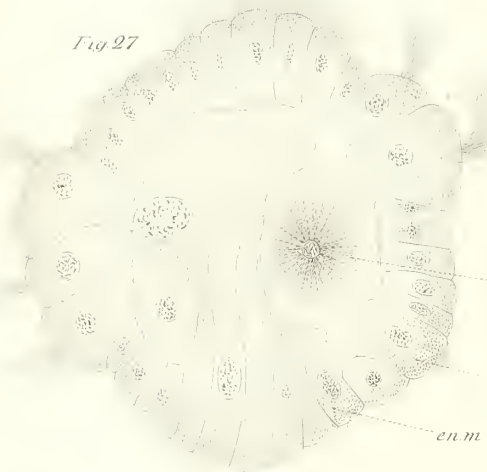


Fig. 27



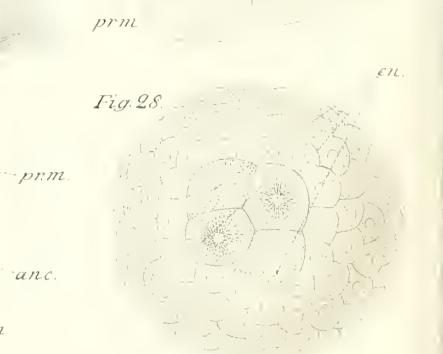


Fig. 28.

Fig. 21.

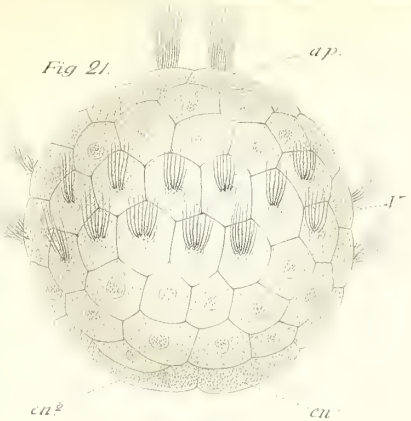


Fig. 20.

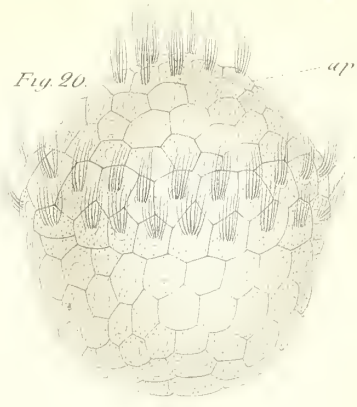


Fig. 25.

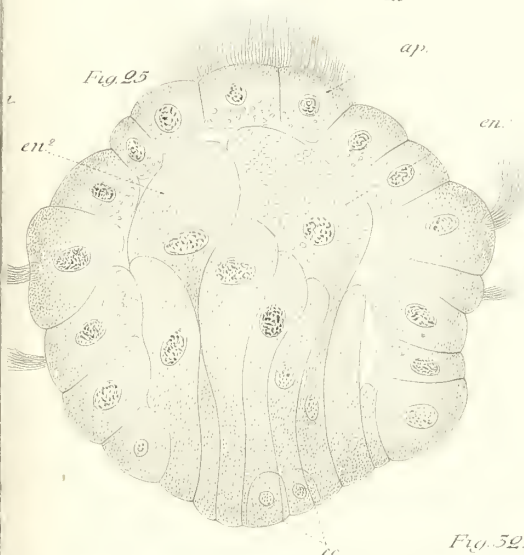


Fig. 31.

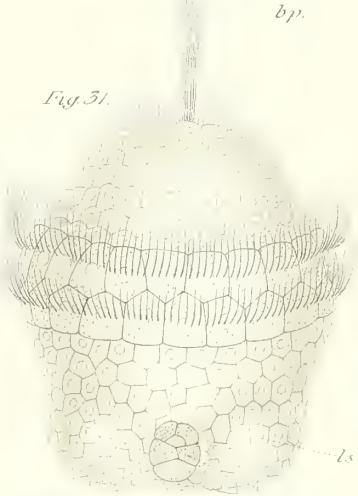


Fig. 30.

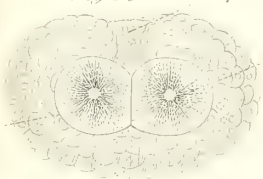


Fig. 32.

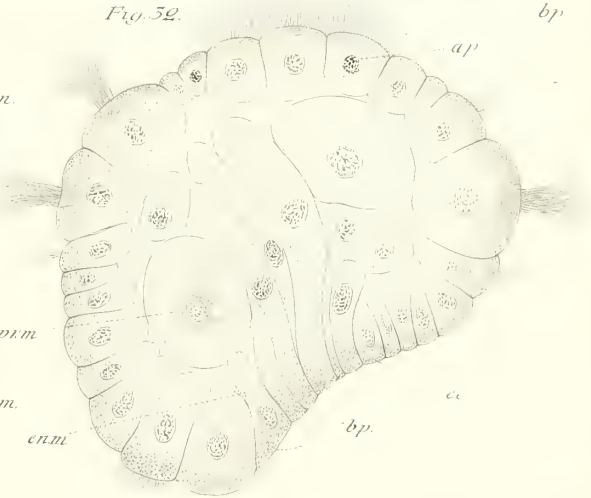


Fig. 29.

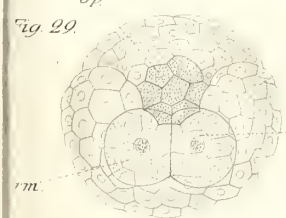


Fig. 34.

Fig. 33

Fig

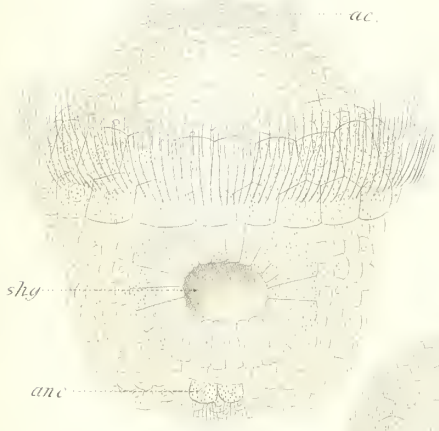


Fig 39

Fig 43.

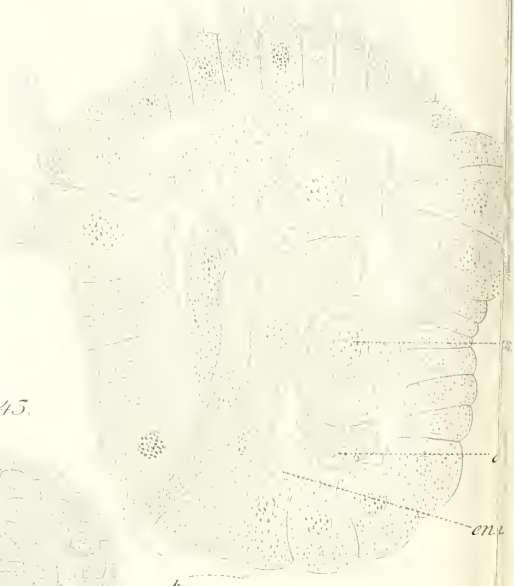
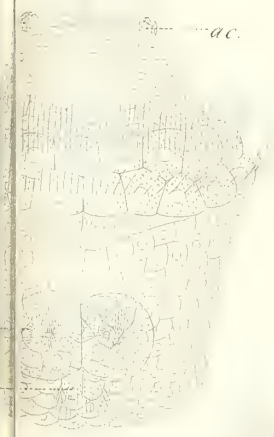


Fig. 40.

Fig. 37.



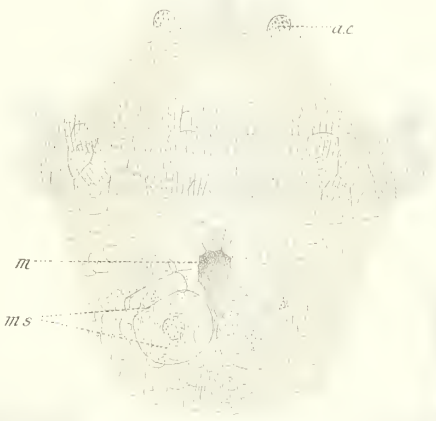


Fig. 38.

Fig. 42.

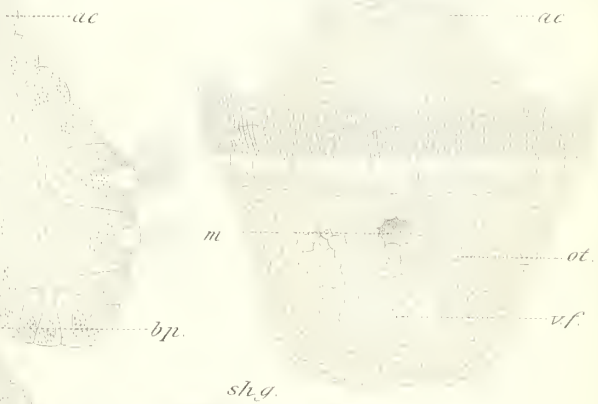


Fig. 41.

Fig. 44.

tals-Buchhandler in Wien.

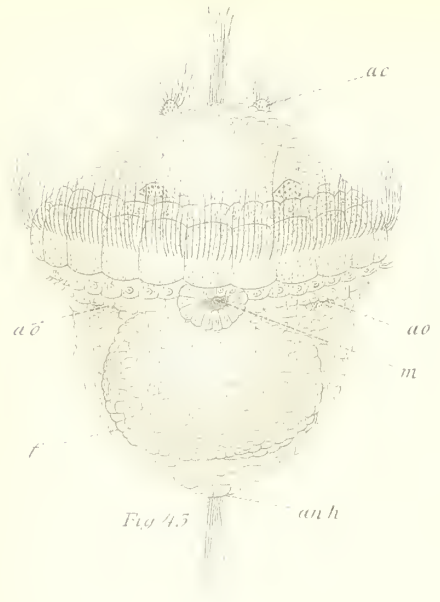


Fig. 45

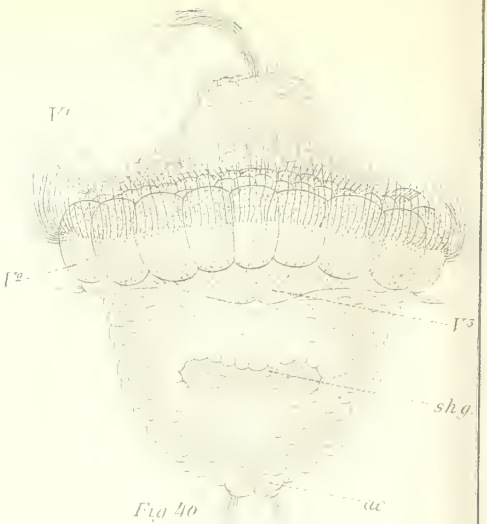


Fig. 46

Fig. 50

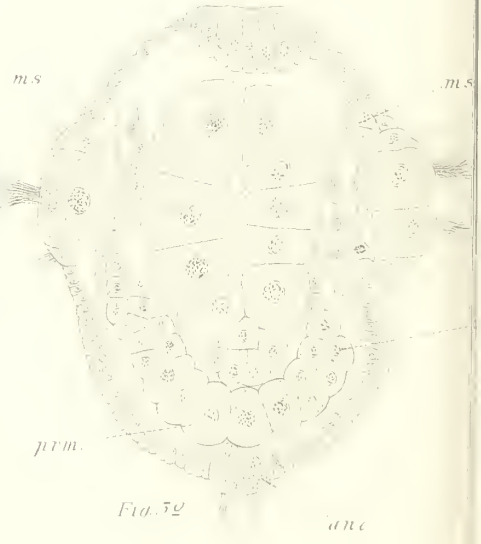


Fig. 52

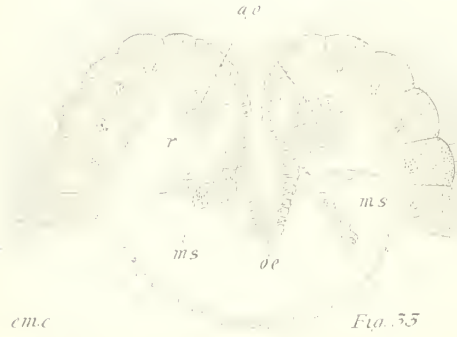


Fig. 53

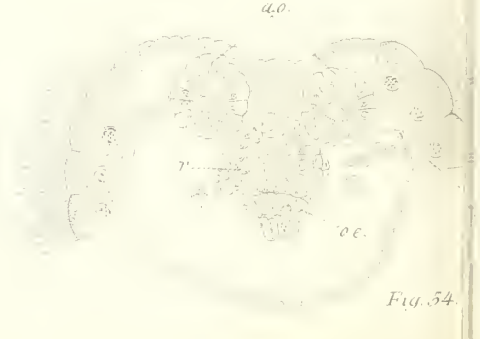


Fig. 54

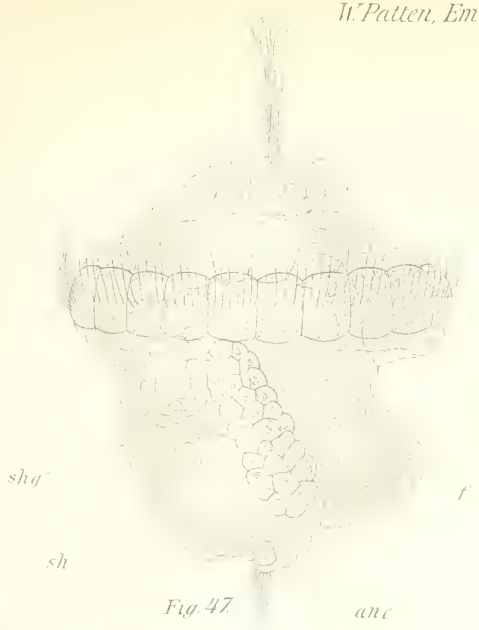


Fig. 47.

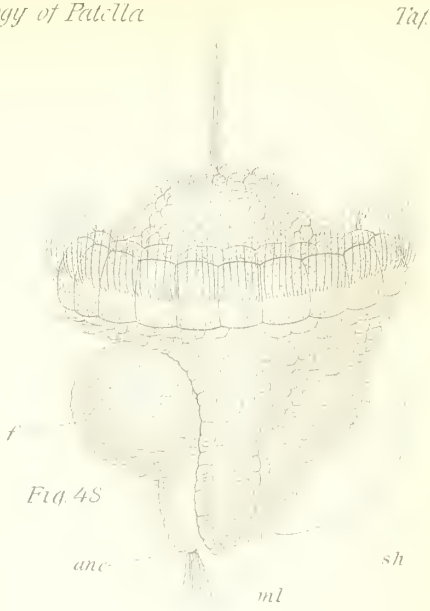


Fig. 48.

Fig. 51.

Fig. 49.

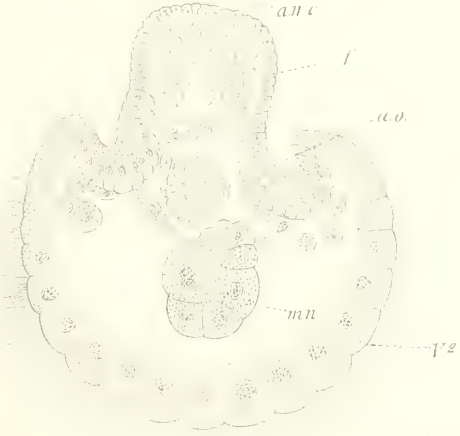


Fig. 55.

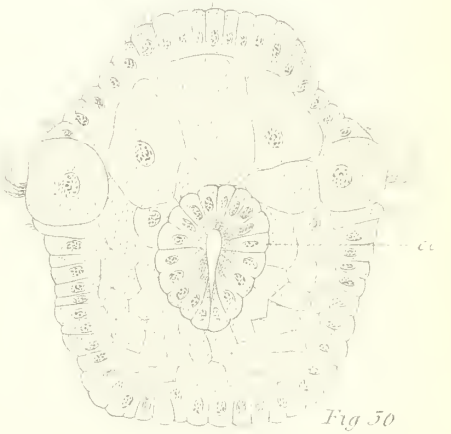


Fig. 50.

Fig. 60.

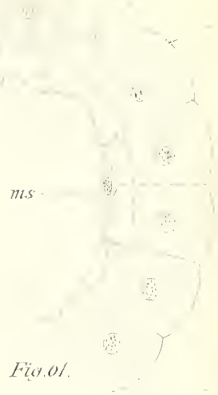


Fig. 61.

Fig. 59.

Fig. 64

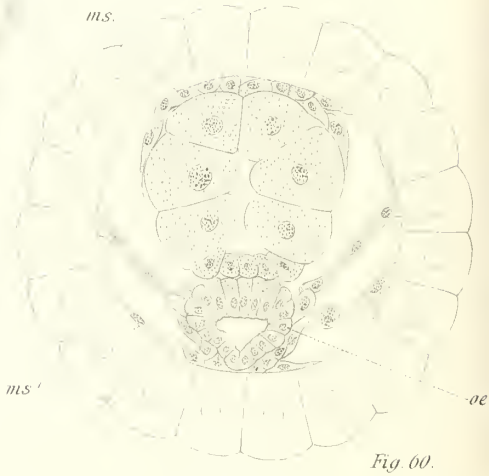


Fig. 60.

Verlag v. Alfred Hölder, K. K. Hof- u. Univ.

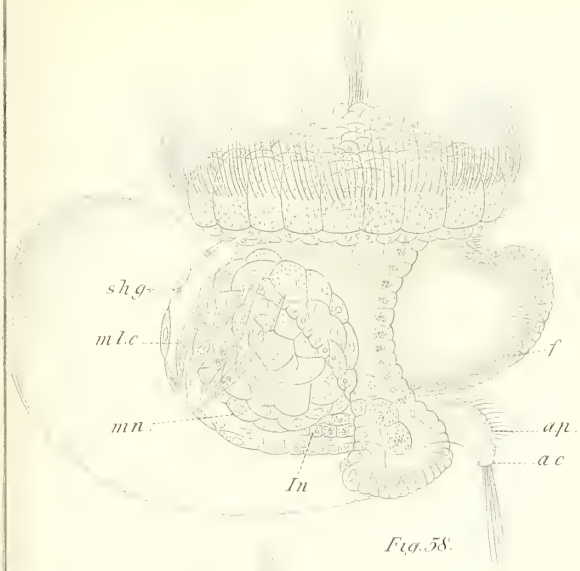


Fig. 58.

Fig. 63.

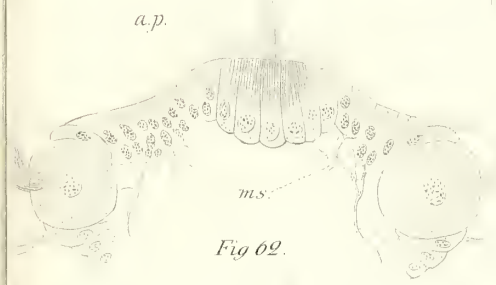


Fig. 62.

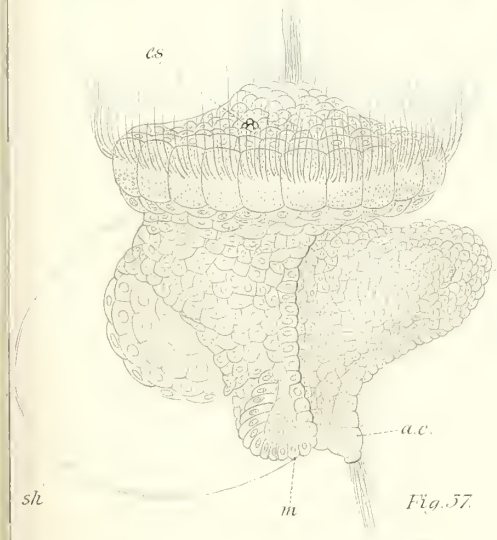


Fig. 57.

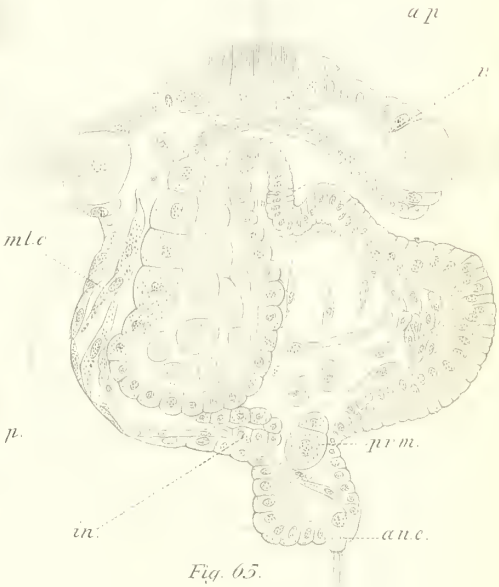


Fig. 65.

...Buchhändler in Wien
Lith. Anst. Werner & Winter Frankfurt a/M.

Zur Metamorphose der Oscarella lobularis O. Schm.

Von

Karl Heider,

Doctor der Philosophie und der gesammten Heilkunde.

(Mit 3 Tafeln.)

Bei Gelegenheit eines Aufenthalts E. Metschnikoff's in Wien im October 1884 kam auch die Spongienentwicklung mehrmals zur Sprache, und diese Anregung erweckte in mir den alten Wunsch, ein so sehr interessantes und bisher wenig bekanntes Gebiet durch eigene Anschauung kennen zu lernen. Metschnikoff machte mich damals auf die Larve von Oscarella lobularis als besonders günstig zum Zweck entwicklungsgeschichtlicher Studien aufmerksam. Als nun wenige Tage darauf ein glücklicher Zufall es wollte, dass von Triest lebende Krusten von Oscarella lobularis, der Schulze'schen Varietät „rubra" und auch einige der Varietät „purpurea" und „pallida" zugehörig, nach Wien gesandt wurden und in kleinen Aquarien zahlreiche Larven zum Ausschwärmen brachten, die sich regelmässig weiter entwickelten, so konnte ich mich nicht zurückhalten und ging mit Hintansetzung anderer, seit längerer Zeit in Ausarbeitung befindlicher Themen an die Untersuchung dieses werthvollen Objectes.

Wenn nun auch das bald spärlicher werdende Material mich nicht in den Stand setzte, meinen Untersuchungen jene Vollständigkeit zu geben, welche ich wünschte, so sind doch meine Beobachtungen ausreichend genug, um einige Schlüsse von allgemeinerer Bedeutung zuzulassen, was mich veranlasste, dieselben in vorliegender Form zusammenzustellen.

Berlin, den 8. September 1885.

Historisches über die Entwicklungsgeschichte der Myxospongien.

Die ersten Angaben über die Entwicklung von Oscarella lobularis O. Schm. verdanken wir Carter.[1]) Dieser Autor erkannte 1874 die Furchung als eine totale und reguläre (l. c. p. 330, Taf. XX, Fig. 1—10) und beschrieb eingehend das freischwärmende Larvenstadium (p. 398, Taf. XX, Fig. 11 und 12) als von eiförmiger Gestalt und durchaus als von einem „ciliated ectoderm" bedeckt. Die Cilien seien im vorderen Drittel länger und stehen daselbst „borstig" ab, im hinteren Drittheil erscheinen sie kürzer und dem Körper angedrückt, während am hinteren Eipol ein Schopf längerer Cilien beobachtet wird. Die roth-violette Färbung der Larve ist besonders am hinteren Drittheil intensiv entwickelt, und am Rande dieser stärker gefärbten Partie erscheint das Pigment von der Oberfläche etwas zurückgezogen.[2]) Die in Fig. 12 abgebildete Larve ist wahrscheinlich ein abnormes Stadium. Allen Forschern, welche sich mit Spongienentwicklung beschäftigen, ist bekannt, wie unendlich häufig derlei Monstrositäten, die nur zu leicht zu Täuschungen Veranlassung geben, zur Ausbildung gelangen.

Weitere Beobachtungen über die Entwicklung der Oscarella wurden 1876 von Barrois[3]) veröffentlicht. Dieser Forscher beobachtete für die ersten Furchungsstadien einige Abweichungen vom regulären Typus, welche sich jedoch in späteren Stadien wieder ausgleichen sollten. Das achtzellige Stadium weist einen Kranz von 6 Zellen auf, welcher oben und unten von je einer Zelle geschlossen wird. Weitere Stadien zeigen zwei derlei Zellkränze zu je sieben oder acht Zellen und sind oben und unten von je 2 oder 4 Zellen geschlossen (18- und 24zelliges Stadium). Durch weitere Theilungen entwickelt sich der Embryo zu einer Hohlkugel, die aus einer einzigen Schicht von Zellen gebildet wird und im Inneren eine grosse Furchungshöhle aufweist. Die Zellen dieser Schicht gehen bald aus der cubischen in die gestreckte, prismatische Form über

[1]) H. J. Carter: Development of the Marine Sponges ect. Ann. and Mag. of Natural History. 1874. Vol. XIV, p. 321 u. p. 398.

[2]) So verstehe ich den Satz: „The embryo is now coloured redviolet, but most strongly over the posterior third, where the colour-margin appears to be somewhat pressed inwards laterally, and thus by its form and deeper colour, distinctly marks this portion." Wie wir sehen werden, ist diese Angabe völlig richtig.

[3]) Ch. Barrois: Embryologie de quelques Éponges de la Manche. Annales des Sc. Nat VI. sér., Vol. III, 1876, pag. 41, Taf. XV, Fig. 23—35.

und sind einander völlig gleich (Archiblastula-Stadium). Das fortschreitende Wachsthum des Embryo führt zum Zerreissen der Hüllen, die von Seite des Mutterkörpers den Embryo umgeben, und die so freigewordene Larve producirt Geisseln, durch deren Bewegung sie im Wasser rotirt. Eine Abbildung der die Larve zusammensetzenden Geisselzellen (Pl. XV, Fig. 29) zeigt dieselben als mit einem ziemlich hohen Kragen (collier des cellules) versehen.

An der freischwimmenden Larve bemerkte Barrois als einzige Veränderung eine Volumsvergrösserung der Zellen der hinteren Partie, welche zum Anwachsen des ganzen Theiles führt. Der Act des Festsetzens konnte nicht beobachtet werden. Während die erwähnten Veränderungen am hinteren Theil der freischwimmenden Larve meinen Beobachtungen zufolge höchst wahrscheinlich abnorme sind, glaube ich, dass Fig. 34 und 35 normalen, festsitzenden Stadien entsprechen, und zwar halte ich das in Fig. 35 gegebene Bild ungefähr meiner Fig. 15 gleichwerthig, während Fig. 34 vielleicht der in Fig. 18 derselben Tafel von mir gegebenen Abbilduug entsprechen dürfte.

Die Angaben der bisher angeführten Untersucher wurden von dem nächsten Forscher, der sich mit unserem Gegenstande beschäftigte, einer genauen und kritischen, auf eigenen Untersuchungen fussenden Betrachtung unterzogen. In der That verdanken wir F. E. Schulze[1]) (1877) die eingehendste Darstellung der Furchung und des schwärmenden Larvenstadiums bei Oscarella lobularis.

Die Furchung ist nach F. E. Schulze (l. c. p. 30) in ihren Grundzügen eine reguläre, und wenn auch die von Barrois angeführten Abweichungen von diesem Typus häufig zur Beobachtung kommen, so entsprechen sie doch keineswegs der Norm. Im 16zelligen Stadium konnte das erste Auftreten einer Furchungshöhle constatirt werden. Ebenso konnte im Gegensatze zu Barrois erst in diesem Stadium die von diesem Forscher angegebene regelmässige Lagerung der Zellen beobachtet werden. Der Uebergang dieser Embryonalstadien in die mit Geisseln besetzte, freischwärmende Larve wurde auf's Genaueste verfolgt und die prismatischen Zellen, welche diese Larve zusammensetzen, eingehend geschildert.

Den Angaben von Carter und Barrois, dass die Geisseln der Larve am hinteren Drittheil kürzer seien, kann F. E. Schulze nicht beistimmen. Die Geisseln sind überall von gleicher Länge,

[1]) F. E. Schulze: Untersuchungen über den Bau und die Entwicklung der Spongien. Die Gattung Halisarca. Zeitschr. für wissenschaftl. Zoologie. Bd. XXVIII, 1877, p. 29—34, Taf, IV, Fig. 20—23.

und nur der Umstand, dass sie am hinteren Drittheile der Oberfläche der Larve angedrückt getragen werden, lässt sie daselbst kürzer erscheinen.

Das Festsetzen der Larve und die Umwandlung derselben konnte nicht beobachtet werden. Die Methode der Beobachtung im hängenden Tropfen erwies sich auch in diesem Falle — wie bei der Spongienentwicklung überhaupt — als unbrauchbar. Es scheint, dass ein grösserer Spielraum für die Bewegung der umherschwärmenden Larve zu den Entwicklungsbedingungen derselben gehört.

Wie aus dem Folgenden hervorgehen wird, kann ich den in Fig. 23 der Taf. IV abgebildeten jungen Schwamm für kein normal entwickeltes Individuum ansehen. Meinen Beobachtungen zufolge möchte ich es für eine durch Nahrungsmangel hervorgerufene Involutionsform der festgesetzten Larve halten.

In jüngster Zeit ist eine sehr merkwürdige Entwicklungsgeschichte der Oscarella lobularis von Sollas[1]) publicirt worden. Dieser Autor hat sich im Sommer 1883 in Roscoff aufgehalten und dort einige Krusten von Oscarella lobularis mit einer Mischung von Osmiumsäure und Chromsäure und andere mit Sublimat conservirt und schliesslich in absoluten Alkohol übertragen. Nach seiner Rückkehr nach England wurden die conservirten Krusten in Schnittserien zerlegt, und nun findet der Autor in denselben zahlreiche Entwicklungsstadien, und zwar nicht nur bis zur Blastosphaera, sondern auch noch die weiteren Stadien und schliesslich selbst junge Oscarellen. Die Oscarella lobularis von Roscoff durchläuft also nach Sollas ihre ganze Entwicklung innerhalb des mütterlichen Körpers, während die im Mittelmeer vorkommenden Exemplare derselben Art schon im Blastula-Stadium frei ausschwärmen. Sollas meint, dass dies geänderte Verhalten eine Anpassung an die hohen Fluthen und bewegten Strömungen des Canals darstelle. Gegen diese Hypothese spricht nur die Thatsache, dass die Oscarella lobularis an der Südküste von Devon, wo sie Carter[2]) beobachtete, und wo sie unter ähnlichen Bedingungen sich entwickeln dürfte, wie in Roscoff, ganz auf gleiche Weise Blastulae zum Ausschwärmen brachte, wie dies von unseren Mittel-

[1]) W. J. Sollas: On the Development of Halisarca lobularis O. Schm. Quart. Journ. of microscopical Science. 1884, New Series, Vol. XXIV, pag. 603, Plate XXXVII.

[2]) Carter. Development of Marine Sponges ect. Ann. and Mag. of Natural History. Vol. XIV. IV. Serie. 1874. p 321.

meer-Exemplaren beobachtet ist. Ich habe eine viel naheliegendere Hypothese, welche mir bei Betrachtung der etwas grottesken Abbildungen auf Taf. XXXVII ziemlich wahrscheinlich dünkt. Ich glaube nämlich, dass die Oscarella lobularis sich in Roscoff ebenso wie an allen andern Localitäten, wo sie bisher beobachtet ist, durch ausschwärmende Larven des Blastosphaera-Stadiums fortpflanzt, und dass die von Sollas abgebildeten Gastrulae und Larven mit Geisselkammeranlagen etc. nichts sind, als durch Einwirkung von Reagentien geschrumpfte Blastulae. Jedem, der sich mit Spongienanatomie beschäftigt, ist bekannt, wie leicht die Embryonen des Blastosphaera-Stadiums der verschiedensten Spongien den grossartigsten Schrumpfungen bei Behandlung mit Reagentien unterliegen und diese bekannten Bilder lassen sich selbst in Sollas' wenig naturgetreuen Darstellungen noch deutlich wiedererkennen.

Auch über die Entwicklung der mit Oscarella verwandten Gattung Halisarca liegen verschiedene Angaben vor. Die erste derselben, welche von Giard[1]) herrührt, will ich nur kurz erwähnen. Ebenso die Abbildung und Beschreibung der freischwärmenden Larve durch Barrois.[2]) F. E. Schulze[3]), welcher die Entwicklung von Hal. Dujardini Johnst. beobachtete, fand, dass die Furchung in ähnlicher Weise wie bei Oscarella sich vollziehe. Dagegen zeigt die im 16zelligen Stadium auftretende Furchungshöhle ein abweichendes Verhalten, indem sie vorerst durch einen Streckungsprocess der sie umschliessenden Zellen sich verkleinert und erst später zur definitiven Ausdehnung anwächst. An den schwärmenden Larven von Halisarca pontica, welche E. Metschnikoff gemeinsam mit A. Kowalevski beobachtete[4]), fanden sich zwei Schichten, ein äusseres gleichmässiges Lager von Geisselzellen und eine innere Masse körniger Zellen, welche zum „Mesoderm" sich entwickelte und auch die „Entoderm"-Bekleidung der inneren Röhren bildete.

Die totale Furchung des Eies von Halisarca Dujardini führt bei

---

[1]) Giard: Histoire naturelle des synascidies. Arch. de Zool. expérimentale, 1873, Tome II, p. 488, enthält Angaben über die Entwicklung der „Halisarca de Roscoff", einer der Hal. guttula O. Schm. nahestehenden Form. Ueber die Identität der Hal. guttula O. Schm. und H. Dujardini Johnst. cf. F. E. Schulze: Die Gattung Halisarca. p. 40.

[2]) Ch. Barrois Embryologie de quelques Éponges de la Manche. Ann. Sc. Nat. 6. Sér. Tom. III, 1876, pag. 53, Pl. XIV, Fig. 37.

[3]) l. c. p. 43.

[4]) El. Metschnikoff: Spongiologische Studien. Zeitschrift f. w. Zoologie, XXXII. Bd., 1879.

einer Varietät von Sta. Lucia (Neapel), an der sie E. Metschnikoff beobachtete, bald zur Bildung von Furchungssegmenten mit auffallenden Grössenunterschieden. Nachdem sich die Furchungshöhle anfangs verkleinert und später erweitert hatte, finden sich in derselben einzelne Zellen des zweiten Blattes vor, welche wahrscheinlich durch Einwanderung aus dem Blastoderm in dieselbe gelangt sind und die charakteristische Rosettenform der Mesodermzellen aufweisen. Schliesslich wird die Segmentationshöhle von ihnen überfüllt. Der oberflächliche Ueberzug von Geisselzellen weist bei der reifen Larve zwei Abschnitte auf: einen vorderen, grösseren, dessen Zellen nur in ihrem vom Kern proximal gelegenen Theile von Körnchenmasse erfüllt sind, während das hintere Schlussstück aus dickeren Zellen besteht, welche gleichmässig mit Körnchen versehen sind. Die Geisseln sämmtlicher Zellen sind von gleicher Länge.

Spätere Stadien entstammten der Varietät von der Secca. „Die verlängerte, meist lateral zusammengedrückte Larve nimmt dabei eine scheibenförmige, plattgedrückte Gestalt an (loc. cit. Fig. 14). Oft setzen sich solche Larven auf runde Gegenstände, wobei sie die Gestalt einer chinesischen Mütze annehmen. Bei Untersuchung derartiger Exemplare habe ich die freie Körperoberfläche stets aus schmalen Geisselzellen gebildet gefunden, woraus man den Schluss ziehen kann, dass die Larven sich mit dem aus dickeren Geisselelementen bestehenden hinteren Körperende ansetzen."

Nun werden die Rosettenzellen durch grössere Zwischenräume getrennt, welche aus feinkörnigen Zellen zusammengesetzt erscheinen, die Flimmergeisseln wandeln sich in kriechende Fortsätze um und gehen schliesslich verloren. Zwischen den Zellen des Mesoderms sammelt sich eine structurlose, wasserhelle Intercellularsubstanz an. Die Canäle sollen als vereinzelte Bildungen aus angehäuften feinkörnigen Mesodermzellen entstehen und erst später in Communication treten.

Ueberblicken wir zum Schlusse das abwechslungsreiche Bild der Myxospongien-Entwicklung, wie es sich uns aus der angeführten Literatur darstellt, so sehen wir, dass die Angaben der Forscher hinsichtlich der Furchung und der weiteren embryonalen Entwicklung bis zur Ausbildung der freischwärmenden Larve ziemlich übereinstimmen. Der hauptsächlichste Unterschied im Entwicklungsgang vom Oscarella und Halisarca würde darin bestehen, dass bei letzterer Form die Elemente des Mesoderms frühzeitig aus dem Blastoderm in die Furchungshöhle einwandern.

Ueber die Metamorphose der Larven dagegen geben die bisherigen Angaben noch kaum ein klares Bild; da sich nun meine Untersuchungen vornehmlich auf diese Stadien beziehen, so glaube ich trotz der Unvollständigkeit derselben doch in der Erkenntniss dieses höchst interessanten Entwicklungsganges um einen Schritt weiter gekommen zu sein.

Eigene Beobachtungen.

Die schwärmende Larve des Blastosphaerastadiums. (Taf. I, Fig. 1 u. 2.)

Die von mir beobachteten Larven von Oscarella lobularis schwärmten in den Monaten October und November aus. Mitte October schien die Production derselben am reichlichsten zu erfolgen. Sobald die Larven den mütterlichen Körper verlassen haben, gehen sie an die Oberfläche des Wassers und sammeln sich an der Lichtseite des Gefässes, in welchem sie gehalten worden, an.

Es sind dies die durch Carter, Barrois und F. E. Schulze bekannt gewordenen Blastosphaeren, welche im Wesentlichen eiförmig oder fast birnförmig gestaltet sind. Der breitere Pol, welchen wir, der Bewegungsrichtung nach, auch als den vorderen bezeichnen wollen, ist von schmutzig gelblicher Farbe, welche sich bis gegen das hinterste Dritttheil der Larve ausbreitet. Von dort an ist der ganze hintere oder schmälere Pol carminroth mit einem Stich in's Bräunliche gefärbt. An der Stelle, an welcher die Grenze zwischen der rothen und gelblichen Färbung gelegen ist, haben die Zellen des Blastoderms eine breite, oberflächliche Schicht glashellen Protoplasma's (Exoplasma's), so dass an dieser Grenze die Larve einen hyalinen Gürtel über dem rothen Pigment aufweist (Taf. I, Fig. 1 u. 2 a).

Die Larven bewegen sich rasch durch das Wasser, indem sie in der Richtung ihrer Längsaxe fortschiessen, den breiten, gelblich gefärbten Pol nach vorne und den rothen, schmäleren nach hinten gerichtet; ausnahmsweise kann jedoch die Bewegungsrichtung auch eine umgekehrte sein. Gleichzeitig rotiren sie um ihre Längsaxe, so dass ihre Bewegung die charakteristische, weitverbreitete Form der schraubenden Umdrehung aufweist.

Die Körperform der Larve kann auch normaler Weise innerhalb gewisser Grenzen schwanken. Häufig sah ich die Larven sich verkürzen und verbreitern oder sich strecken. Besonders gerne nehmen sie eine seitlich plattgedrückte Form an, indem sie sich in einer Richtung senkrecht zur Längsaxe abflachen, kehren aber

nach einiger Zeit immer wieder zur eirunden Form zurück. Solche Formveränderungen kann man ungemein häufig an völlig normal sich entwickelnden Exemplaren beobachten; wie auch eine weitere Eigenthümlichkeit zum normalen Zustand dieses Thierchens gerechnet werden muss. Es ist dies die Neigung, sich an feste Körper oder an die Oberfläche des Wassers zeitweilig festzuankern — ohne Zweifel um in dieser fixirten Lage auszuruhen. Dieses Sichfestheften geschieht immer mit dem vorderen Körperpole, doch gewöhnlich so, dass die Längsaxe der Larven eine schiefe Lage zur Oberfläche, an der das Festheften vollzogen wird, hat. Larven mit plattgedrückter Gestalt setzen sich stets mit einer der abgeflachten Seiten fest, und es hat dann oft das Aussehen, als hätte sich die Larve mit der abgeflachten Stelle, wie mit einem Saugnapf, festgesaugt. Das hintere rothgefärbte Drittel legt sich jedoch nie an die Unterlage an, so dass die abgeflachten und festgehefteten Planulae dann ihrer Länge nach gekrümmt sind. Die so verankerten Larven lösen sich nach einiger Zeit von ihrem Fixpunkte wieder los, um eine Weile frei zu schwärmen und sich dann an einem andern Punkte festzusetzen.

An der Oberfläche des Wassers setzen sich die Larven in der Weise fest, dass ihre Längsaxe senkrecht zur Wasseroberfläche steht. So ruhen sie entweder völlig, indem sie die Geisseln nach allen Richtungen gerade ausstrecken[1]), oder sie rotiren langsam um ihre Längsaxe.

In diesem Stadium scheinen die Larven normaler Weise durch mehrere Tage zu verharren, ohne dass an ihnen wesentliche Veränderungen vor sich gehen. Ob sie während dieser Zeit Nahrung zu sich nehmen, konnte ich nicht entscheiden. Ich beobachtete zwar die Aufnahme von Spaltpilzen und Carminkörperchen durch lappige, pseudopodienartige Fortsätze der Zellen der gelben Körperhälfte. Doch schien mir dieser Vorgang nicht zur Norm zu gehören, sondern nur einer Reaction auf den Reiz, den der an die Körperoberfläche festgeheftete Fremdkörper ausübte, zu entsprechen. Ebensowenig war ich im Stande, die Frage zu entscheiden, wie eigentlich das Festheften bewerkstelligt wird. Nach dem, was ich gesehen habe, scheint es mir nicht wahrscheinlich, dass dabei pseudopodienartige Fortsätze der Geisselzellen in Frage kommen. Diese Zellen scheinen normaler Weise keine Pseudopodien auszusenden und ihre Form überhaupt nur wenig zu verändern.

[1]) Dies ist wahrscheinlich der Zustand, in welchem sie Carter „borstig" erschienen. Der Ausdruck ist in der That ganz bezeichnend.

Ich glaube, dass das Festheften der Larven um so häufiger ausgeführt wird, je mehr sich die Larven dem Process der Gastrulation nähern. Solche Beobachtungen kann man an einem kleinen Aquarium anstellen, in welches man mehrere Oscarella-Krusten gesetzt hat. Das Ausschwärmen der Larven geht meist (oder in der Regel?) Nachts vor sich und man findet den folgenden Morgen an der Lichtseite des Glases zahlreiche schwärmende Larven des Blastulastadiums, die sämmtlich gleichaltrig sind und daher auch sämmtliche Veränderungen zu annähernd der gleichen Zeit durchmachen. Nach meinen Beobachtungen geht das Ausschwärmen der Larven häufig schubweise vor sich, worauf dann eine längere Pause eintritt.

Zur Histologie der Blastosphaeralarve.

Die so nach ihrem äussern Aussehen und ihrer Lebensweise beschriebenen Larven stellen das Blastosphaera-Stadium der Oscarella dar. Sie bestehen aus einer einzigen Schichte sehr hoher prismatischer Geisselzellen, welche eine mit eiweisshältiger Flüssigkeit gefüllte Höhlung umschliessen. Dass diese centrale Höhlung Eiweisskörper in gelöstem Zustande enthält, beweisen die körnigen Gerinnungen, welche nach Behandlung mit Reagentien in derselben auftreten. Zerdrückt man eine Larve, die mit Osmium behandelt ist, durch leises Klopfen auf das Deckgläschen, so gelingt es leicht, die zelligen Elemente der Aussenschicht zu isoliren, während der flüssige Inhalt der centralen Höhlung (primären Leibeshöhle) in netzförmigen oder fädigen Gerinnungen dazwischen zu bemerken ist. Diese centrale Höhle ist absolut frei von zelligen Elementen jeder Art. (Taf. I, Fig. 2.)

Die einfache Schicht von Geisselzellen ist nicht überall von gleicher Höhe. Am mächtigsten ist sie in jenem Uebergangstheil zwischen der rothen und gelbgefärbten Körperhälfte, welcher durch sein glashelles Exoplasma auffällig ist. An den Polen dagegen erscheint die Zellschicht am niedrigsten; es ist aber nicht möglich, den Nachweis zu liefern, dass der eine der beiden Pole constant die niedrigsten Zellprismen aufweise. Die Verhältnisse unterliegen in dieser Beziehung mannigfachen Variationen, wie es bei einer Larve, der eine gewisse Formveränderlichkeit zukommt, nicht anders möglich ist.

Betrachten wir vor Allem die Geisseln. Dieselben sind an der von mir untersuchten Form sämmtlich von gleicher Länge, wie F. E. Schulze gegenüber Barrois und Carter hervor-

gehoben hat. Das gleiche Verhältniss hat auch Metschnikoff bei Oscarella lobularis constatirt.

Die Art und Weise, wie die Geisseln in der Regel in den beiden vorderen Körperdritteln weitabstehend und im hinteren dicht an die Körperoberfläche angedrückt getragen werden, so dass der Anschein entsteht, als seien die Geisseln des hinteren Drittels in der That kürzer, dies wurde von F. E. Schulze schon in genauester Weise erörtert. Bei dieser Lage entsteht am vorderen Körperpol ein Wirbel auseinanderweichender Geisseln und am hinteren Pole ein Büschel convergirender Geisseln.

Die angegebene Haltung der Geisseln ist nun zwar die häufigste, aber keineswegs ohne Ausnahmen. Einige Male beobachtete ich, dass die Geisseln des hinteren Körperpols eine Richtung nach vorne eingenommen hatten, so dass ein Wirbel divergirender Geisseln am hinteren Pol auftrat. Dadurch entstand hinter der Region des hyalinen Exoplasmas ein Kranz von steilgestellten Geisseln, die Grenze bezeichnend, an welcher die Geisseln von entgegengesetzter Lage aneinanderstiessen. (Fig. 2).

Betrachten wir die Geisselzellen selbst nach Form und Inhalt, so stellen sich uns dieselben in der ganzen Oberfläche als ziemlich gleichartige, sehr hohe Prismen dar. Barrois gibt an, dass die Zellen am hinteren Körperende der freischwimmenden Larve, welche die niedrigen Geisseln trügen, auch dicker seien. Das konnte ich nicht beobachten. Die Zellen variirten nach der Höhe in den früher angegebenen Massen; aber in Bezug auf ihre Dicke verhielten sie sich an der ganzen Peripherie völlig übereinstimmend. Hingegen werden wir in Bezug auf den Zellinhalt einige allerdings wenig bedeutende Unterschiede auffinden.

F. E. Schulze gibt an, dass die Geisselzellen einen nach Aussen gekehrten hyalinen Abschnitt aufweisen, der etwa ein Fünftel der Höhe der Zelle beträgt, während der übrige Abschnitt grobgranulirt und pigmentirt sei. In dieser granulirten Schicht finde sich der kleine, helle Kern, und zwar etwas nach Aussen von der Mitte gelagert.

Diese Angaben kann ich vollinhaltlich bestätigen. Dieser hyaline Abschnitt (Exoplasma) der Zellen (Taf. I, Fig. 3 und 4) der vorderen, gelbgefärbten Körperhälfte ist von einem eigenthümlich trüben Aussehen, welches von einer ganz feinen Granulirung herrührt. Gehen wir an der Larve weiter nach hinten, so kommen wir in die Zone des hyalinen Plasmas (Taf. I, Fig. 5). Die Zellen dieser Schicht führen schon sämmtlich rothes Pigment.

In ihnen erreicht die Exoplasmaschicht, welche aus glasheller Substanz besteht, ihre grösste Mächtigkeit, entsprechend der ansehnlichen Höhe der Zellen dieser Schicht. Weiter nach hinten finden wir eine scharfe Grenze, und dann bilden das hintere Körperende roth pigmentirte Cylinderzellen (Taf. 1, Fig. 6), welche der Exoplasmaschicht völlig entbehren und bis zu einem gleich zu erwähnenden, hyalinen Saum ganz mit grobgranulösem und roth pigmentirtem Inhalt erfüllt sind.

Schon am lebenden Thier erkennt man mit stärkeren Vergrösserungen an der Oberfläche der Zellen einen hellen Saum von stärker lichtbrechender Substanz (Taf. 1, Fig. 4). Bei genauerer Betrachtung findet man, dass dieser Saum sich nicht wie eine Cuticula continuirlich über die Oberfläche hinzieht, sondern dass er in einzelne Territorien den einzelnen Zellen entsprechend zerfällt. Er ist nichts als eine dichtere, stärker lichtbrechende und hyaline Differenzirung des Exoplasmas, in welche man schon am lebenden Bilde die Geisseln deutlich eingesenkt sehen kann. Auch sieht man am lebenden Objecte mit starken Vergrösserungen (Hartnack, Imm. 15), dass der Aussencontour dieses hellen Saumes keine gerade fortlaufende Linie bildet, sondern dass die Aussengrenzen jedes Zellterritoriums etwas stärker markirt hervorstehen, man kann kaum sagen, etwas vorragen. Daher bildet die Aussenfläche jeder Zelle eine kleine Delle, in deren Mitte wieder eine kleine Erhöhung sich findet, in welche die Geissel sich einsenkt. Ferner erkennt man noch eine äusserst zarte Linie, welche sich parallel mit der Aussencontour des Grenzsaumes hinzieht und über jeder Zelle gleichsam nur angedeutet erscheint (Taf. I, Fig. 4). An mit Osmiumsäure behandelten und isolirten Zellen (Taf. I, Fig. 7 a—m) erkennt man deutlich, um was es sich bei diesen Bildern handelt, nämlich um einen der hyalinen Grenzschicht jeder Zelle aufsitzenden, niederen Kragen, welcher nicht völlig die Breite der Zelle besitzt, sondern einen etwas geringeren Umfang hat. Dieser Kragen, der seinem Aussehen nach völlig dem für die Geisselzellen der Wimperkörbe bekannten Kragen entspricht — mit dem einzigen Unterschiede, dass er viel niederer ist — geht ohne jede Grenze, sondern ganz continuirlich in den hyalinen Saum über, den man an der Aussenfläche jeder Zelle erkennt. Beide zusammen — nämlich der hyaline Grenzsaum und Kragen — bilden offenbar das, was Barrois am distalen, äusseren Ende jeder Geisselzelle der Oscarellalarve auf Taf. XV, Fig. 29 abbildet und in der Tafelerklärung als collier des cellules bezeichnet. Im

Text seiner Abhandlung dagegen hat Barrois dieser Eigenthümlichkeit nirgends Erwähnung gethan.

Es ist gewiss eine Thatsache von Bedeutung, dass sämmtliche prismatische Geisselzellen des einschichtigen Blastosphaerastadiums einen deutlich entwickelten Kragen aufweisen. Derselbe kommt den Zellen des vorderen Larvenpols ebensowohl zu, als denen des hinteren Poles, und zwar findet er sich an allen Zellen in gleicher Entwicklung; ich konnte wenigstens nicht nachweisen, dass er an den Zellen des hinteren Poles, die, wie ich glaube, das Entoderm liefern, mächtiger entwickelt gewesen wäre, als an denen des vordern Poles. Je interessanter uns aber die Thatsache sein muss, dass in diesem frühesten Entwicklungsstadium sämmtliche Zellen eine Differenzirung aufweisen, welche später nur gewissen Partien des Entoderms zukommt, um so mehr verdienen die Angaben früherer Forscher Berücksichtigung, die sich auf das ebenerwähnte Factum beziehen. Der Zeichnung und Benennung Barrois' haben wir soeben Erwähnung gethan. Die erste Notiz über das Vorkommen von Kragenzellen bei Spongienlarven früher Stadien finden wir bei Haeckel, der aus Anlass der Beschreibung der von ihm für die Gastrula und Planogastrula der Calcispongien gehaltenen Stadien von den Geisselzellen (Exodermzellen nach Haeckel) dieser bewimperten Larven folgende Darstellung lieferte: „An dem distalen, äusseren Ende ist jede Geisselzelle mit einem trichterförmigen oder cylindrischen Kragen (einem röhrenförmigen Fortsatz des hyalinen Exoplasma) versehen, in dessen Axe die Basis des Geisselfadens sich befindet. Dieses Flagellum ist äusserst fein, bald ebenso lang, bald mehrmals länger als die Geisselzelle, aus deren körnigem Endoplasma seine Basis hervortritt. Die Structur der Geisselzelle des Exoderms ist demnach bei der Gastrula ganz ähnlich, wie diejenige der Geisselzellen des Entoderms bei dem ausgebildeten Kalkschwamme". (Haeckel: Die Kalkschwämme, I. Bd., pag. 335.) Der letztere Satz, für die Larven von Oscarella nach meinen Beobachtungen vollkommen zutreffend, ist für die Amphiblastula der Calcispongien unrichtig, da nach Metschnikoff und F. E. Schulze die Geisselzellen der Larven zum Entoderm werden.

Ich habe die oben angeführte Stelle wörtlich citirt, da sie von Werth für das Verständniss der Haeckel'schen Abbildungen ist. Es erhellt aus der Bemerkung über den endoplasmatischen Ursprung der Geisselzellen, dass das von Haeckel am distalen,

äusseren Ende der Geisselzelle dargestellte hyaline Stück (Die Kalkschwämme. III. Bd., Taf. XIII, Fig. 4, Taf. XXX, Fig. 10 und Taf. XXXXIV, Fig. 16) nicht den Kragen der Zellen allein repräsentirt, sondern den Kragen mit dem damit verschmolzenen Exoplasma, daher dieser Theil allerdings eine ansehnliche Höhe gewinnt, während der Kragen allein nur ein verhältnissmässig niederer Saum ist. So wird uns denn auch die Stelle in Oscar Schmidt's Abhandlung: „Zur Orientirung über die Entwicklung der Spongien" (Ztschr. f. w. Zoolog. Bd. XXV. Suppl.) verständlich, der mit Bezug auf die Amphiblastula von Sycon raphanus pag. 129 sagt: „Auch an den frischesten Embryonen finde ich den Kragen oder Randtrichter der Zellen, aus dessen Grunde die Geissel entspringt, nicht so tief, wie Haeckel. Oft ist er gar nicht vorhanden, oft nur als eine ganz schwache Einsenkung; dasselbe gilt vom Canalepithel." Wenn man die Zellen der Oscarella-Blastula frisch untersucht, so erscheint der Randtrichter allerdings nur als eine „ganz schwache Einsenkung"; vorhanden ist er aber immer und durch Anwendung von Osmiumsäure stets ganz deutlich darzustellen. Starke Vergrösserungen und scharfe Linsen sind zwar auch dann noch nöthig.

Die Thatsache, dass sich an den freischwärmenden Larven von Calcispongien kragentragende Geisselzellen vorfinden, musste natürlich von Saville Kent als eine neue Bestätigung der von ihm vertretenen Ansicht Clark's in Anspruch genommen werden, wonach die Spongien nichts seien, als „colony-building collar-bearing flagellate monads.[1]) Wenn ich die in Rede stehende Abhandlung hier citire, so geschieht das nur aus dem Grunde weil in derselben die Beobachtungen Haeckel's und O. Schmidt's über das Vorkommen von Kragenzellen bei Calcispongienlarven durch eigene Beobachtungen an Grantia compressa bestätigt werden. Die Abbildungen auf Taf. VI der erwähnten Abhandlung, aus denen man deutlich ersehen kann, dass dem Autor abnorme Entwicklungsstadien vorlagen, weisen einen so mächtigen Kragen an den Geisselzellen der Larven auf, dass es schwer verständlich erscheint, wie derselbe zahlreichen geübten Untersuchern der Calcispongien-Entwicklung entgangen sein konnte. Wenn man dagegen den äusserst schwach entwickelten und schwierig zu beobachtenden Kragen an den Zellen der Oscarella-Blastula vergleicht, so erscheint eine nochmalige, genaue Untersuchung dieser Verhältnisse bei Calcispongienlarven als ein dringendes Desiderat.

[1]) Notes on The Embryology of Sponges by W. Saville Kent. Ann. and Mag. of Nat. Hist. II. 1878 (tab. VI u. VII, pag. 140).

Der in Rede stehende kurze Kragen bei Oscarella steht — wie schon erwähnt — in directem Zusammenhange mit dem hyalinen Grenzsaume, welcher nichts ist, als eine stärker lichtbrechende differente Partie des Exoplasmas. Dieser Grenzsaum erscheint im Leben vollkommen homogen; an mit Osmium behandelten Zellen dagegen finde ich in demselben häufig einige kleine Vacuolen. Gegen das darunterliegende Exoplasma ist der Grenzsaum durch eine scharfe, gerade Linie abgegrenzt. An der Stelle, wo die Geissel aus dem Grenzsaume hervortritt, erhebt sich das Plasma des Grenzsaumes ein wenig und ist der Geissel angelegt, so dass zwischen Kragen und Geisselursprung eine circuläre Rinne bleibt, auf welche schon Haeckel (Die Kalkschwämme I. Bd., pag. 142) aufmerksam macht.

Wir haben nun das Exoplasma — insoweit sich eines unter dem hyalinen Grenzsaume findet — zu besprechen. Bei den Zellen des rothgefärbten, hinteren Drittels findet sich kein Exoplasma, sondern die rothen Pigmentgranula reichen bis an den hyalinen Grenzsaum heran. An der Scheide zwischen dem roth pigmentirten, hinteren Theil und dem gelblichen vorderen ist das Exoplasma — wie schon erwähnt — am mächtigsten und von glasheller, hyaliner Beschaffenheit, während es im vorderen Theile der Larve fein granulirt und daher mehr trüb erscheint. Zellen, welche mit Reagentien behandelt wurden, lassen im Exoplasma nicht selten vacuolenähnliche Räume und wohl auch vereinzelte grössere Granula erkennen.

Der bei weitem grösste Theil der prismatischen Zellen ($^4/_5$) besteht aus Endoplasma. Dasselbe zeigt sich stets stark granulirt und enthält ausser anderen Granulis auch das in Körnerform eingelagerte Pigment. Da das Pigment an mit Reagentien behandelten Exemplaren extrahirt ist, so erscheint auch das Endoplasma häufig vacuolenreich und fast von schaumiger Beschaffenheit. Ich stelle mir vor, dass diese Vacuolen im Leben von Pigmentkörnchen erfüllt waren. Mit Osmium behandelte Zellen liessen stets im Endoplasma stark gebräunte, grössere Granula erkennen, welche ihrem Lichtbrechungsvermögen nach den Eindruck von Eiweisskörpern machten. Die Grundsubstanz des Endoplasmas schien mir im Allgemeinen von geringerer Dichte, als die des Exoplasmas.

Nahe dem Uebergang vom Endoplasma in's Exoplasma lag stets in einer Hülle von dichterem, homogenem Plasma eingebettet der deutlich erkennbare Zellkern. Derselbe war von rundlicher oder ovaler Gestalt. Ueber seine Structur, sowie über das Vor-

handensein von Nucleolen habe ich keine genaueren Beobachtungen gemacht. Doch wird ein deutlicher, kleiner Nucleolus von F. E. Schulze erwähnt (pag. 31) und abgebildet (Taf. IV, Fig. 22).

Wir haben an diesen prismatischen Geisselzellen der Blastulae (Taf. I, Fig. 7 a—m) von Oscarella noch ein äusserst interessantes Verhalten zu besprechen. Dasselbe betrifft den Ursprung der Geissel. Die Geisseln sitzen nämlich dem Exoplasma nicht auf, sondern man kann mit starken Vergrösserungen eine Fortsetzung der Geissel in das Innere der Zellen auf das Deutlichste verfolgen. Es gelingt nicht schwer, zu beobachten, wie die Geissel in derselben Mächtigkeit den hyalinen Grenzsaum durchbricht und sich unter wellenförmigen Krümmungen durch das Exoplasma dem Zellkerne nähert, wo sie continuirlich in die den Zellkern umgebende Schicht dichteren Plasmas übergeht. Von dieser Fortsetzung der Geissel in das Innere der Zelle konnte man schon am lebenden Object einige Andeutungen bemerken (Taf. I, Fig. 3, 4 und 5). Am besten sah man diese Geisselwurzel (wie ich sie mit einem dem Engelmann'schen Ausdruck Wimperwurzel nachgebildeten Worte bezeichne) natürlich in der Region des glashellen, hyalinen Exoplasmas. Nach Anwendung von Osmiumsäure konnte man jedoch den Verlauf der Geisselwurzel viel deutlicher verfolgen. Dieselbe erschien als ein zarter Strang meist von geringerem Lichtbrechungsvermögen, als die Geissel in ihrem freien Basaltheile zeigte, in der Regel schwach wellenförmig gekrümmt oder in gerader Richtung gegen den Zellkern verlaufend.

Während die beschriebenen Verhältnisse für die überwiegende Mehrzahl der Geisselzellen gelten, fand ich an meinen Isolirungspräparaten regelmässig noch eine zweite Art von Zellen (Taf. I, Fig. 8 a—c), welche, im Uebrigen von völlig übereinstimmendem Bau, sich nur in der Gestaltung der Geisselwurzel unterschieden. Bei diesen Zellen fand sich im Verlauf der Geisselwurzel ein gerades, stark lichtbrechendes und ziemlich dickes Stück, das wie ein Stäbchen schräg gegen die Längsaxe der Zelle gerichtet, der Geisselwurzel eingelagert war. Dieses Stäbchen articulirte durch eine Art Knie mit dem freien Basalende der Geissel und dieses Knie von schwach lichtbrechender Beschaffenheit schien mir öfters eine Art Varicosität zu enthalten. Das andere Ende des Stäbchens ging in das den Kern umgebende dichtere Plasma über. Ich will die Frage nicht entscheiden, ob diese Zellen von denen der erst beschriebenen Art specifisch verschieden sind, oder nur Zustände derselben darstellen, doch neige ich mich mehr der ersten Auf-

fassung zu. Ich glaube, dass die Zellen der zuletzt beschriebenen Art dem hinteren Pole der Larve angehören.

In der Spongienliteratur sind die Angaben über eine intracelluläre Fortsetzung der Geissel nur spärlich. Bedeutungsvoll in dieser Hinsicht ist wieder das obenerwähnte Citat von Haeckel, auf die Geisselzellen von verschiedenen Kalkschwammlarven bezüglich. Auch sehen wir auf Taf. XXV (III. Bd., Fig. 3 und Fig. 5) eine Abbildung von Kragenzellen des Entoderms aus einer Geisselkammer von Leucyssa instructans, welche eine deutliche Fortsetzung der Geissel in's Innere der Zelle bis in die Nähe des Kerns erkennen lassen. Nichtsdestoweniger scheint Haeckel diese Thatsache doch nicht ganz klar erkannt zu haben; denn in der Beschreibung der Geisselzellen des Entoderms (I. Bd. pag. 141) sagt er: „Wenn man die Basis des Kragens möglichst genau mit Hilfe der stärksten Vergrösserungen (1200—1600) betrachtet, so gewinnt man den Eindruck, dass der Kragen ebenso wie die Geissel eine unmittelbare Fortsetzung des verdickten Exoplasma-Stückes ist, welches den „Hals" bildet". Dieser Satz steht sowohl mit den obenangeführten Abbildungen, als auch mit dem früher von pag. 335 angeführten Ausspruch im Gegensatz.

Ich konnte mich leicht überzeugen, dass die Abbildungen Haeckel's in Bezug auf eine intracelluläre Fortsetzung der Geissel bei Kragenzellen des ausgewachsenen Schwammes richtig seien, indem die Kragenzellen der von Triest zugesendeten Oscarellakrusten die erwähnten Verhältnisse sowohl im frischen Zustande, als auch nach Behandlung mit Reagentien deutlich erkennen liessen.

Diese Thatsachen lassen sich unschwer in Uebereinstimmung bringen mit den Beobachtungen, welche von einer Reihe von Forschern über eine intracelluläre Fortsetzung von Flimmern bei Flimmerepithelzellen der Lamellibranchiaten und Vertebraten gemacht wurden.

Die ersten diesbezüglichen Angaben rühren von Gerber[1]), Valentin[2]), Buhlmann[3]) und Friedreich[4]) her.[5]) Die gleich-

[1]) Gerber: Handbuch der allgemeinen Anatomie. 1840, pag. 91.

[2]) Valentin: Art. „Flimmerbewegung" in Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. I, pag. 500, 1842.

[3]) Buhlmann: Zur Kenntniss der kranken Schleimhaut der Respirationsorgane und ihrer Producte durch das Mikroskop. Bern. 1843, pag. 42.

[4]) Friedreich, N.: Einiges über die Structur der Cylinder- und Flimmerepithelien. Virchow's Archiv. XV. Bd., 1858, pag. 535.

[5]) Ich will es dahin gestellt sein lassen, ob zu den Ersten, welche die Wimperwurzel gesehen haben, auch Ehrenberg, J. E. Purkinje und G. Va-

lautenden Beobachtungen Eberth's [1]) und Marchi's [2]) wurden von Rabl-Rückhard [3]) bestritten, der die von ihm selbst gesehenen Streifen auf Faltungen der Zellmembran zurückführt, eine Ansicht, der auch Leydig [4]) beitrat, während Engelmann [5]) die in Rede stehenden Bilder für optische Täuschungen erklärte und auch Ranvier [6]) sich mehr weniger ablehnend äusserte. Bald aber wurden die Angaben Eberth's und Marchi's von A. Stuart [7]) für das Flimmerepithel der Eolidien, ferner von Nussbaum [8]) und Eimer [9]) bestätigt, bei welchem Anlasse Eimer auch das Vorhandensein einer intracellulären Fortsetzung der Geisseln bei gewissen Ectodermzellen von Cyanea und Aurelia constatirte. Nun trat auch Engelmann [10]) der in Rede stehenden Auffassung bei und lieferte eine eingehende Darstellung des Verhaltens bei Flimmerzellen in der Trachea des Kaninchens, der Gaumenschleimhaut beim Frosch und dem Kiemenepithel der Lamellibranchiaten. Eine neuerliche Bestätigung seiner Beobachtungen liefert Rabl [11]). In den beiden letzterwähnten Arbeiten findet sich auch die einschlägige Literatur zusammengestellt. Weitere hierher zu beziehende Mittheilungen finde ich bei E. Klein. [12])

---

lentin zu zählen seien, wie ich nach einer Angabe in Todd's Encyclopädie fast vermuthen möchte. Vgl. Todd's Encyclopädie of Anat. and Physology. Art. „Cilia", pag. 635.

[1]) Eberth: Zur Kenntniss des feineren Baues der Flimmerepithelien Virchow's Archiv etc., 35. Bd., pag. 477, 1866.

[2]) Marchi, P.: Beobachtungen über Wimperepithel. Arch. für mikrosk. Anat. II. Bd., pag. 467, Taf. XXIII, 1866.

[3]) Rabl-Rückhard: Einiges über Flimmerepithel und Becherzellen. Arch. f. Anat. und Phys. 1868. Taf. I A, pag. 72.

[4]) Leydig: Untersuchungen zur Anatomie und Histologie der Thiere. Bonn 1883, pag. 57 und 58.

[5]) Siehe L. Hermann: Handbuch der Physiologie. 1. Bd., 1. Th. Flimmer- und Protoplasmabewegung v. Prof. Th. W. Engelmann 1879, ferner Engelmann in Jen. Ztschr. f. Med. und Naturw. IV, 1868, pag. 470.

[6]) Ranvier: Traité technique d'Histologie. 1875, pag. 242.

[7]) Alex. Stuart: Die Flimmerbewegung. Inaugural-Diss. Dorpat 1867.

[8]) Nussbaum, Moritz: Ein Beitrag zur Lehre v. d. Flimmerbewegung. Arch. f. mikr. Anatomie. Bd. XIV, Taf. XXVII, pag. 390, 1877.

[9]) Eimer, Th.: Weitere Nachrichten üb. d. Bau d. Zellkerns u. s. w. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XIV, Taf. VII, pag. 114, 1877.

[10]) Engelmann, Th. W.: Zur Anatomie und Physiologie d. Flimmerzellen. Pflüger's Arch. XXIII, 1880.

[11]) Dr. Carl Rabl: Ueber Zelltheilung. Morphologisches Jahrbuch. X. Bd., pag. 301, 1885.

[12]) E. Klein: Observations on the Structure of Cells and Nuclei. pag. 137. Taf. VII, Fig. 9 und 10. Quart Journ. of Microsc. Science XIX, New. Ser. 1879.

Auch Leydig ist in neuerer Zeit zur Ueberzeugung gekommen, dass die Flimmerhaare eine intracelluläre, aus Spongioplasma bestehende Fortsetzung besitzen.[1])

Die erwähnten Forscher stimmen darin überein, dass die Flimmern im Innern der Flimmerzellen eine deutliche Fortsetzung erkennen lassen, welche in der Nähe des Zellkerns auf bisher unbeobachtete Weise endigt. In letzterer Hinsicht ist nur ein Factum sichergestellt, nämlich dass die Wimperwurzel gewiss nicht an den Kern selbst herantritt.

Es darf nicht unterlassen werden, darauf hinzuweisen, dass auch an den Wimperorganen freischwärmender Anneliden- und Molluskenlarven Wimperwurzeln beobachtet sind. Vor Allem sind hier anzuführen die Beobachtungen Kowalevsky's[2]) an der Larve von Dentalium, welcher Beobachter in einzelnen Fällen die Wimperwurzel bis in die Nähe des Zellkerns herantreten sah. Aehnliche Verhältnisse bei Annelidenlarven finde ich an Abbildungen Salensky's angedeutet.[3]) Von besonderem Interesse ist die Beobachtung Hatschek's[4]), wonach die Wimperwurzeln des präoralen Wimperkranzes der Eupomatuslarve mit dem Kleinenberg'schen Ringnerv in Zusammenhang stehen. Die schon von Engelmann in Erwägung gezogene Auffassung der Wimperwurzel als einer zur Wimper aufsteigenden nervösen Leitungsbahn gewinnt durch die in Rede stehende Beobachtung Hatschek's an Wahrscheinlichkeit.

Die einschneidende Bedeutung der Flimmerbewegung im Lebenshaushalte der Flagellaten und der ciliaten Infusorien veranlasste Engelmann auch bei diesen Organismen nach intracellulären Fortsetzungen der Flimmern resp. der Geissel zu suchen; doch waren seine Bemühungen nur bei Stylonychia mytilus von Erfolg gekrönt, bei welcher Form jederseits nahe dem Rande an der Unterfläche des Leibes eine Reihe von kräftigen Wimpern sich findet. Von jeder

---

[1]) F. Leydig: Zelle und Gewebe. Bonn 1885, pag. 7, 34 und 105.

[2]) A. Kowalevsky: Étude sur l'embryogénie du Dentale. Annales du Musée d'histoire naturelle de Marseille. Tom I, Mém. 7, 1883, pag. 14 und 26, Pl. II, Fig. 27 Pl. VI, Fig. 67; Pl. VII, Fig. 76.

[3]) W. Salensky: Études sur le développement des Annélides. Arch. de Biologie. 1882, Pl. XIV und XV. Es war mir nicht möglich, die ganze neuere entwicklungsgeschichtliche Literatur auf derlei Angaben zu durchsuchen. Ich greife nur einige mir geläufige heraus.

[4]) B. Hatschek: Entwicklung der Trochophora von Eupomatus uncinatus. Arbeiten aus dem zoolog. Institut zu Wien. Bd. VI, Heft I, 1885, pag. 19, Taf. IV, Fig. 43—45, Taf. V. Fig. 50 a.

dieser Wimpern fand Engelmann eine feine Faser ausgehend, welche der Mittellinie des Leibes zustrebt.

Bei der grossen Aehnlichkeit, welche die Kragenzellen der Spongien gewissen Mastigophoren gegenüber aufweisen, war es naheliegend, in der auf diese Classe bezüglichen Literatur nach Andeutungen eines ähnlichen Verhaltens in Hinsicht des Geisselursprunges zu suchen. Doch sind dieselben äusserst spärlich. Bütschli, eine Autorität auf diesem Gebiete, äussert sich über die Geissel der Flagellaten[1]) folgendermassen: „Mit einem gewissen Rechte könnte man die Bewegungsorgane der Flagellaten als ektoplasmatische Bildungen bezeichnen, da sie einerseits stets aus einem ganz homogenen und durchsichtigen Plasma gebildet sind und anderseits jedenfalls direct von der äussersten Plasmaschicht des Körpers entspringen. Es ist wenigstens bis jetzt in keinem Falle wahrgenommen worden, dass ein Flagellum sich tiefer in den Körper fortgesetzt hätte. Da jedoch nur bei wenigen Flagellaten und selbst da meist nur mit einer gewissen Reserve von einem deutlichen Ektoplasma die Rede sein kann, so hat diese Betrachtung, wie mir scheint, keinen besonderen Werth."

Ich finde die einzige auf eine intracelluläre Fortsetzung des Flagellums bei Flagellaten zu beziehende Angabe bei F. E. Schulze[2]), welcher bei seiner Mastigamoeba aspera von einer eigenthümlichen Beziehung der Geisselinsertion zum Kern spricht. Der stark lichtbrechende Kern liegt immer dem vorderen oder Geisselpole genähert an der Grenze zwischen Ektoplasma und Endoplasma und ist von einer hyalinen Substanz umhüllt, welche sich gegen das Exoplasma durch einen scharfen Contour absetzt. Dieser Contour ist nach vorne in eine Spitze ausgezogen, welche direct in die Geisselinsertion übergeht. Bei Mastigamoeba lobata, einer kleineren Form, sind ganz ähnliche Verhältnisse. Bütschli[3]), der uns eine schöne Abbildung dieser interessanten Form geliefert hat, hat auch eine Fortsetzung des Flagellums in's Innere des Zellleibes beobachtet (Fig. 23 a), welche freilich mit dem Kerne in keiner Verbindung steht. Ich selbst habe beide Arten M. aspera und lobata vor

[1]) Classen und Ordnungen des Thierreichs. 1. Bd. Protozoa. Neu bearbeitet von Bütschli, 1883, pag. 672.

[2]) F. E. Schulze: Rhizopodenstudien. V. Arch. f. mikrosk. Anatomie. Bd. XI, 1875, pag. 583, Taf. XXXV—XXXVI.

[3]) O. Bütschli: Beiträge zur Kenntniss d. Flagellaten und einiger verwandten Organismen. Ztschr. f. wiss. Zool. XXX. Bd., 1878, pag. 269, Taf. XIV, Fig. 23 a, b. Vgl. auch Bronn: Classen und Ordnungen. I. Bd. Protozoa, neu bearbeitet von Bütschli. Taf. XXXIX, Fig. 10a und 10b.

mehreren Jahren in F. E. Schulze's Laboratorium in Graz studirt, und meine Abbildungen von M. lobata zeigen einen ähnlichen Zusammenhang der Geisselinsertion mit dem Kern, wie ihn F. E. Schulze für seine M. aspera beschrieben hat.

Eine gewisse Beziehung des Kerns zum Flagellum-Insertionspunkt ist bei zahlreichen Flagellatenformen durch die genäherte Lage ausgedrückt, und Bütschli macht mit Recht bei Besprechung des obenerwähnten rhizopodenartigen Flagellaten auf die auffallende Thatsache aufmerksam, dass, sobald die amöboide Bewegung mit der flagellatenähnlichen vertauscht wird, der Kern stets seiner Lage nach dem Geisselursprunge folgt, als stünde er zu demselben in einer noch nicht genau erkannten Beziehung.

Nachdem wir so die prismatischen, geisseltragenden Zellen beschrieben haben, aus denen das Blastoderm der Oscarellalarve besteht, erübrigt uns noch einer zweiten Zellform (Taf. I, Fig. 9) Erwähnung zu thun, welche wir in beschränkter Zahl, aber ganz constant zwischen den prismatischen Zellen eingestreut vorgefunden haben. Dieselben unterscheiden sich schon durch ihre Form, welche eine birn- oder flaschenförmige genannt werden muss. Der Hals bezeichnet das schmalere, distale oder äussere Ende, welches mit einem sehr hohen Kragen versehen ist, während das proximale Ende der Zelle bauchig und abgerundet erscheint. Diese Zellen sind von viel geringerer Höhe als die prismatischen Geisselzellen; dieselbe beträgt nicht viel mehr, als die Hälfte, dagegen übertreffen sie die Geisselzellen bedeutend an Dicke. Auch hier finden wir die Scheidung in ein grobgranulirtes Endoplasma und ein Exoplasma, welches übereinstimmend mit der andern Zellform nach aussen zu einer homogenen, stark lichtbrechenden Grenzschicht differenzirt ist. Diesem Grenzsaume sitzt ein sehr hoher Kragen auf, welcher manchmal ein deutlich gefälteltes Aussehen darbietet. Dieser hohe Kragen ragt über die äussere Epithelgrenze hervor und ist schon an lebenden Exemplaren auf's Deutlichste zu erkennen (Taf. I, Fig. 5). Es war an dieser Zellform, wo ich mich zuerst vom Vorhandensein eines Kragens an so frühen Larvenstadien überzeugte. Der endoplasmatische, bauchige, innere Theil der Zelle enthält eine grosse Zahl ziemlich grober Granula, darunter auch stets mehrere der früher erwähnten, mit Osmium sich stark bräunenden Eiweisskörnchen, und in der Mitte dieses kugelig abgerundeten Theiles bemerken wir stets den rundlichen Zellkern, welcher ein deutliches kleines Kernkörperchen erkennen lässt. Der Kern erscheint von einem hellen Hof umgeben; da sich aber von ihm zum Zellleibe

zahlreiche plasmatische Fäden spannen, so gewinnt es den Anschein, als sei der helle Hof nur aus Flüssigkeitsvacuolen gebildet, welche sich um den Kern ansammeln. Ein weiteres, besonders auffälliges Merkmal dieser Zellen ist der Mangel der Geissel. So sehr ich auch nach dem Vorhandensein eines Flagellums suchte, so gelang es mir dennoch niemals ein solches zu Gesicht zu bekommen, obgleich an den Isolirungspräparaten, die ich zur Untersuchung verwendete, die Flagellen der übrigen Zellen auf das Deutlichste erhalten waren. Dagegen sah ich öfters innerhalb des Kragens einen vorgequollenen, lappigen, pseudopodienähnlichen Fortsatz, welcher den Anschein erregte, als sei ein Theil des Zellinhaltes im Austreten begriffen.

Wir müssen vor Allem die Frage entscheiden, ob wir es hier mit einer Zellform zu thun haben, welche von den prismatischen Geisselzellen specifisch verschieden ist. Auf den ersten Eindruck hin würden wir sehr geneigt sein, diese Frage ohne Weiteres zu bejahen. Es wäre aber immerhin noch möglich, dass wir es mit Theilungszuständen der prismatischen Geisselzellen zu thun hätten. Die abgerundete Form würde dafür sprechen, und das Flagellum könnte für die Dauer des Theilungsvorganges eingezogen sein. Dann wäre uns aber immer noch das Vorhandensein eines so deutlich entwickelten, hohen Kragens unerklärlich. So müssen wir uns denn doch der Annahme zuneigen, dass wir es mit einer von den prismatischen Geisselzellen verschiedenen Zellform zu thun haben, welche vielleicht einer specifischen Function des Larvenlebens entspricht. Der grobgranulirte Inhalt, welcher sehr an den Inhalt einzelliger Schleimdrüsen, wie sie sich bei zahlreichen Coelenteraten finden, erinnert, sowie die beobachteten, lappigen Fortsetzungen des Zellleibes nach Aussen, werden die Annahme vielleicht nicht als zu gewagt erscheinen lassen, dass die Function der in Rede stehenden Zellen secretorischer Art sei.

Wir haben noch die Intercellularsubstanz zu erwähnen. Die einzelnen, das Blastoderm zusammensetzenden Zellen stehen nicht ganz dicht aneinander, sondern sind durch ziemlich beträchtliche Zwischenräume von einander getrennt, so dass man die Trennung der Zellen schon bei geringerer Vergrösserung deutlich erkennen kann. Die zwischen den Zellen befindliche Intercellularsubstanz ist vielleicht von gleicher gallertiger Beschaffenheit, wie die homogene Substanz im Inneren der primären Leibeshöhle. Da die zahlreichen Formveränderungen, denen die freischwärmende Blastula unterliegt, ein veränderliches Volum der primären Leibeshöhle voraussetzen,

so sind vielleicht die Zwischenzellräume die Wege, durch welche Wasser für die primäre Leibeshöhle aufgenommen und abgegeben wird. Die Intercellularsubstanz wird durch Reagentien leicht zerstört, daher es ohne Schwierigkeiten gelingt, von den Blastodermzellen der Larven Isolationspräparate zu machen. Es genügt hierzu eine schwache Behandlung mit Ueberosmiumsäure und nachheriges Einlegen in verdünntes Glycerin. Nach einigen Tagen gelingt es leicht, durch einfaches Klopfen auf das Deckgläschen die zelligen Elemente schonend zu isoliren.

Es ist von Interesse zu sehen, wie eine Larvenform, welche nur aus einer einzigen Schicht von Geisselzellen besteht, einen verhältnissmässig hohen Grad von histologischer Differenzirung aufweist. Wenn wir aber bedenken, dass bei dem niederen Organisationszustand der Spongien der Weg, welchen die morphologische Differenzirung zurückzulegen hat, ein verhältnissmässig kurzer ist, so wird es uns wenig wundern, die histologische Differenzirung schon in die frühesten Stadien verlegt zu finden. Es ist klar, dass, je länger die Reihe von der Phylogenie angehörigen Formumwandlungen ist, welche ontogenetisch recapitulirt werden soll, die Wahrscheinlichkeit um so grösser ist, dass diese Reihe in modificirter und abgekürzter Form reproducirt werde. Diese Abkürzung wird sich vor Allem auf die ersten und ältesten Formzustände erstrecken, während die jüngstvergangene Zeit mit grösserer Treue zur Darstellung gebracht wird. Dazu kommt noch, dass ein complicirt gebauter Organismus erst in verhältnissmässig späten Entwicklungsstadien als Larve der Selbstständigkeit übergeben wird, während die früheren Entwicklungsstadien dem Embryonalleben anheimfallen, was für das Auftreten histologischer Differenzirungen jedenfalls verzögernden Einfluss ausüben muss.

Bei den Spongien nun reicht die Entwicklung während des Embryonallebens nur bis zum Auftreten der ersten primären Sonderung [1]), bis zur Anlage des ersten Organs, der einschichtigen Keimblase, während sämmtliche späteren Verwandlungen dem Larvenleben anheimfallen. Da dieses die selbstständige Ausübung mehrerer wichtiger Functionen voraussetzt, so muss nothwendigerweise die histiologische Differenzirung entsprechend frühzeitig auftreten. Zu diesen Functionen gehört vor Allem die der Bewegung, ferner die gesteigerte Ausübung respiratorischer, excretorischer

[1]) Ueber die Formulirung der Begriffe: primäre, morphologische und histologische Sonderung. Vergl. C. E. v. Baer: Ueber Entwicklungsgeschichte der Thiere. I. Theil. Scholion III. Innere Ausbildung d. Individuums. pag. 154.

und assimilirender Processe. Die Function selbstständiger Nahrungsaufnahme scheint bei den in Rede stehenden Stadien noch nicht in Frage zu kommen denn ich glaube, dass die mehrfach erwähnten, in grosser Menge im Endoplasma der Blastodermzellen gelagerten Eiweissgranula nichts sind, als Nahrungsdotterelemente, auf deren Kosten die schwärmende Larve die weiteren Bildungsprocesse durchmacht, bis sie zur selbstständigen Nahrungsaufnahme befähigt ist.

Schwieriger ist es zu verstehen, dass sämmtliche Geisselzellen des Blastoderms einen deutlichen Kragen aufweisen, also eine Differenzirung, welche im ausgebildeten Zustande nur gewissen Partien des Entoderms zukommt. Wir stehen hier vor der Alternative, dem Vorhandensein von Kragenzellen an der ganzen Oberfläche der Blastosphaera phyletische Bedeutung beilegen zu müssen, oder anzunehmen, dass das Auftreten dieser Differenzirung vom ausgebildeten Zustand in die früheren Larvenstadien zurückverlegt wurde. In diesem Falle ist die Schwierigkeit, einzusehen, wie ein histologischer Charakter, welcher dem Entoderm des ausgebildeten Thieres zukommt, auf die Zellen, aus denen sämmtliche spätere Keimblätter hervorgehen, übertragen werden konnte. Dennoch neige ich mich zu dieser Ansicht. Da wir über die Function des Kragens noch nichts zu sagen wissen, so können wir auch nicht einsehen, ob und inwiefern seine Ausbildung in frühen Larvenstadien hätte von Vortheil sein können. Hingegen ist es bekannt, dass der Kragen eine Bildung ist, die in ihrem Auftreten ziemlichen Veränderungen unterliegt. Die interessante Codosiga Botrytis Ehbg. zeigt einen sich rasch vollziehenden Wechsel in der Höhe des Kragens, und Bütschli[1]) sah losgerissene, frei umherschwimmende Exemplare, bei welchen gar nichts mehr vom Kragen zu bemerken war, während Robin[2]) eine Varietät beobachtete, bei welcher der Kragen nur durch vier kurze, steife, unbewegliche Cirren vertreten war, welche in einzelnen Fällen durch eine sehr zarte Membran verbunden wurden. Eine ähnliche Variabilität des Kragens scheint dem von Bütschli auf Stielgerüsten der Anthophysa vegetans beobachteten, kleinen flagellatenartigen Organismus zuzukommen. [3])

[1]) Bütschli: Beiträge zur Kenntniss d. Flagellaten etc. Ztschr. f. w. Zoolog. XXX. Bd., 1878, pag. 223.

[2]) Robin Ch.: Mém. sur la structure et la reproduction de quelques infusoires tentaculés: suceurs et flagellés. Journ. de l'anat. et de physiol. 15. Ann, 529—83, T. XXXIX—XLIII. Ref. im Zoolog. Jahresber. f. 1880, I., pag. 167.

[3]) Bütschli: Loc. cit. pag. 229.

Es liegt nun in der That kein Hinderniss vor, die coloniebildenden Flagellaten, welche wir als Stammformen der Spongien ansehen, als mit der Fähigkeit begabt vorzustellen, gegebenen Falles einen Kragen zur Entwicklung zu bringen. [1]) Kragenähnliche Bildungen kommen bei verschiedenen Flagellaten vor, so dass uns eine solche Annahme noch nicht nöthigt, die Stammform der Spongien direct unter den Choanoflagellaten zu suchen. [2])

Eine solche von Alters ererbte Fähigkeit, einen Kragen auszubilden, könnte längere Zeit latent vererbt worden sein und erst bei Differenzirung des Gastralraumes zum wirklichen Auftreten der in Frage stehenden Bildung geführt haben. Ebenso könnte später die dem Entoderm eigenthümliche Differenzirung in's Larvenstadium zurückverlegt worden sein und bei vorhandenem Bedürfniss, da ja die Anlage dazu gegeben war, eine Ausbreitung über die Elemente sämmtlicher späteren Keimblätter gefunden haben.

Allerdings würde in diesem Falle dem Vorhandensein von Kragenzellen im Blastulastadium eine gewisse phyletische Bedeutung nicht abzusprechen sein. Eine solche Betrachtung würde uns dahin führen, in den Spongien Metazoen zu sehen, welche — vielleicht in Folge der festsitzenden Lebensweise — der histologischen Differenzirung ihrer Entodermzellen nach eine Rückfallsform in den flagellatenähnlichen Zustand aufweisen.

---

[1]) Dieser Ueberlegung hat in ganz übereinstimmender Weise F. E. Schulze Raum gegeben. In seinem Aufsatze „Ueber das Verhältniss der Spongien zu den Choanoflagellaten" (Sitzungsber. der kgl. preussischen Akademie der Wissenschaften vom 19. Februar 1885) drückt sich dieser Forscher auf pag. 12 folgendermassen aus: „Der Umstand, dass wir bei ganz verschiedenen Protozoengruppen, wenn auch nicht die gleichen, so doch ähnliche, zarte, membranöse Erhebungen des Plasmakörpers antreffen, wie das Collare, dürfte vielmehr darauf hinweisen, dass dem Protoplasma überhaupt die Fähigkeit zur Bildung derartiger Fortsätze innewohnt, und solche daher auch bei verschiedenen Thierabtheilungen und zu verschiedenen Zeiten unabhängig von einander entstehen konnten. Ich selbst habe bei Placopus ruber, einem Süsswasserrhizopoden, pseudopodienartige Erhebungen beobachtet (Arch. für mikr. Anat., Bd. XI., pag. 348), welche an der freien, oberen Fläche des Thieres entstehen und sich durch Verschmelzen ihrer aneinanderstossenden Seitenränder zur Bildung zarter, membranöser Trichter vereinigen können. Auch die sogenannten undulirenden Membranen zahlreicher ciliater Infusorien gleichen in mancher Hinsicht dem Collare, ohne dass man deshalb eine nähere Verwandtschaft zwischen jenen Infusorien und den Choanoflagellaten annimmt."

[2]) Vergl. z. B. das nach Stein rüsselförmige, „einem Halskragen ähnliche Peristom" von Poteriodendron petiolatum. Stein. in Stein: Der Organismus d. Infusionsthiere III. Abthl. Flagellaten. I. Hälfte, Taf. XI, Fig. 8—11.

Das freischwimmende Gastrula-Stadium.

Unter den Stadien, welche ich als Gastrulastadien deutete, befanden sich mehrere, die auf's Unzweifelhafteste erkennen liessen, dass der hintere, rothgefärbte Pol der Blastosphaera sich gegen den vorderen einstülpe. Aber die Treue meiner Schilderung nöthigt mich, einzugestehen, dass ich in einigen Fällen auch Bilder gesehen habe, welche auf eine Einstülpung des vorderen, gelblich gefärbten Poles schliessen liessen. Da aber die letzteren Beobachtungen an Zahl geringer waren, und die Larven der ersteren Art einen frischeren und lebenskräftigeren Eindruck machten, so neige ich mich der Ansicht zu, dieselben für das normale Stadium anzusehen. Zur Zeit, als mir die erwähnten Zweifel am fühlbarsten wurden, war ich nicht mehr in der Lage, die betreffende Lücke durch Anstellung neuer Beobachtungen an frischem Material auszufüllen. Eine erneute Untersuchung dieses Punktes wäre ein dringendes Bedürfniss, und ich hoffe selbst Gelegenheit zu finden, diesen mir höchst fühlbaren Abgang an Beobachtungen zu ersetzen.

Wenn ich daher im Folgenden den Entwicklungsgang schildere, so geschieht dies immer nur unter der hinzugefügten Reserve, dass meine Beobachtungen wirklich an normalen und typischen Stadien angestellt wurden.

Ich habe oben erwähnt, dass die ausschwärmenden Blastulae sich an der Lichtseite des Glases ansammeln; dies gilt für die erste Zeit nach dem Ausschwärmen. Die Larven suchen dabei stets die Wasseroberfläche auf, so dass man sie in grosser Zahl an der oberflächlichen Randschicht des Wassers lebhaft umherschwärmen sehen kann. Bevor sie aber zum Festsetzen schreiten und den Invaginationsprocess durchmachen, auf welchen das Festsetzen unmittelbar nachfolgt, zeigen sie ein verändertes Verhalten. Sie suchen die von der Lichtquelle abgewendete Seite des Glases auf, sich noch immer an der Wasseroberfläche haltend, und werden in ihren Bewegungen träger. Das oben erwähnte Festheften scheinen sie nun häufiger auszuführen. Während des Invaginationsprocesses, den wir nun gleich beschreiben wollen, beobachtete ich die wenigen Male, da ich Gelegenheit hatte, die in Rede stehenden Stadien zu sehen, dass die Larve sich an der Wasseroberfläche festgeheftet hatte und in völliger Ruhe oder in langsamen Rotationen um ihre Axe verharrte; wenn sie dabei gestört wurde, so wurden lebhaftere locomotorische Bewegungen ausgeführt.

Die nächste Veränderung, welche ich beobachtete, ist eine

Zunahme im Breitendurchmesser und eine Verkürzung der Längsaxe, welche es mit sich bringt, dass die Pole und vor Allem der spitzere, hintere Pol nun eine etwas stumpfere Form annehmen. Während nun langsame Rotationen um diese verkürzte Längsaxe ausgeführt werden, scheint der hintere, roth pigmentirte Pol der Larve sich sehr rasch gegen die vordere Körperhälfte einzustülpen, so dass die dadurch gebildete Gastrula die Form einer aus zwei Zellschichten gebildeten Halbkugel aufweist. Beide Zellschichten weisen im Uebrigen noch völlig den Bau auf, welchen wir für die Blastosphaera beschrieben haben, es sei denn, dass vielleicht die prismatischen Geisselzellen im Allgemeinen sich etwas verkürzt hätten. Der zwischen beiden Zellenschichten noch übrige Rest der primären Leibeshöhle verschwindet während dieses Invaginationsprocesses nicht völlig, sondern es bleibt noch ein deutlich erkennbares Spatium zwischen den beiden Zellschichten erhalten, welches mit der der primären Leibeshöhle zukommenden, homogenen Gallerte erfüllt ist. Sowohl die noch immer die prismatische Gestalt aufweisenden Zellen des Ektoderms, als auch die Zellen der eingestülpten Zellschicht haben ihre Geisseln beibehalten. Da das Entoderm in Form einer Halbkugel sich gegen das Ektoderm eingestülpt hat, so stellt der Gastrula-Mund eine weite, kreisförmige Oeffnung dar. Die Zellen, welche den Umkreis dieser Oeffnung umschliessen, sind von keiner andern Gestalt, als die übrigen und weisen noch immer die Form prismatischer Geisselzellen auf.

Ich habe diesen Invaginationsprocess in beschriebener Weise mehrmals ablaufen sehen, und stets beobachtete ich sein Eintreten gegen Abend, so dass die Annahme nahe liegt, dass er überhaupt um diese Tageszeit sich vollziehe. Oefters fand ich auch am Morgen in kleinen Aquarien, welche des Abends vorher nur schwärmende Blastulae enthielten, zahlreiche, festsitzende Larven, welche indess schon höhere Entwicklungsstadien aufwiesen.

Der Umstand, dass dieser Invaginationsprocess sehr schnell abläuft, trägt dazu bei, die Schwierigkeit der Beobachtung zu vermehren. Es ist dies ein Punkt, auf welchen zahlreiche Forscher bei Besprechung der Spongienentwicklung aufmerksam gemacht haben. Denn die Art und Weise der Festsetzung ist ein Moment, in Bezug auf welchen die meisten der bisher publicirten Entwicklungsgeschichten von Spongien uns im Stiche lassen.

Festsitzendes Gastrula-Stadium. (Taf. I, Fig. 10, Taf. III, Fig. 25, 32 und 33.)

Die definitive Festsetzung des gastrulaförmigen Larvenstadiums geht fast gleichzeitig mit dem im vorigen Abschnitte geschilderten Invaginationsprocesse vor sich oder folgt demselben in kürzester Zeit nach. Die zweischichtige Larve, welche bisher die Form einer Halbkugel aufwies, deren vorderer Pol der Kuppe der Halbkugel entspricht, während die Basis der Halbkugel von der Mundöffnung eingenommen wird, zeigt in ihren Bewegungen ein immer trägeres Verhalten, bis sie an einer Stelle der Wand des Aquariums nahe der Wasseroberfläche oder an der Wasseroberfläche selbst völlig zur Ruhe kommt. Solche an der Wasseroberfläche festgesetzte Larven entwickeln sich normal bis zur Ausbildung des jungen Schwammes und bieten ein um so bequemeres Untersuchungsmaterial, da sie, an der Oberfläche flottirend, aus dem Aquarium geschöpft werden können, während die Loslösung an festen Flächen fixirter Larven meist mit Verletzung verbunden ist.

Die Festsetzung der Gastrulalarve geht in der Weise vor sich, dass die Larven sich mit dem Umkreis des Gastrulamundes an der Unterlage festheften, während der die Kuppe bildende aborale Pol die von der Unterlage entfernteste Partie der Larve darstellt — also ganz in der nämlichen Weise, wie dies von F. E. Schulze für die Invaginationsgastrula von Sycon raphanus bekannt geworden ist.[1]) In welcher Weise das Festheften selbst geschieht, habe ich in diesen frühesten Stadien nicht beobachtet. Jedenfalls sind aber dabei pseudopodienähnliche Ausläufer der den Mundrand umgrenzenden Zellen betheiligt, wie ich solche Pseudopodien für die Festheftungspunkte späterer Stadien beobachten konnte.

Während des Festsetzens hat die Larve ihre Form noch etwas geändert. Sie hat sich in der Richtung der früheren Längsaxe, welche wir nun mit Bezug zur Unterlage als Höhendimension zu bezeichnen berechtigt sind, noch verkürzt, während sie sich der Fläche nach verbreitert hat. Diese Verbreiterung betrifft vor Allem den Mundrand selbst, welcher an die grösste Peripherie der flächenhaft ausgebreiteten zweischichtigen Larve rückt. Dadurch gewinnt die festgeheftete Larve in ihren ersten Stadien die Form

[1]) F. E. Schulze: Die Metamorphose von Sycandra raphanus. Ztschr. f. wiss. Zool., XXXI, 1878, pag. 268, Taf. XIX, Fig. 8.

eines flachen Mützchens, welches die Kuppe nach oben gerichtet hat und mit seinem Rande der Unterlage anhaftet.

Während diese Umwandlungen vor sich gehen, haben auch histologische Veränderungen Platz gegriffen. Auf den ersten Blick und schon bei schwachen Vergrösserungen ist eine Aufhellung des Gewebes bemerkbar. Die Larven sind im Allgemeinen durchsichtiger geworden. Ferner hat sich das Pigment anscheinend über die ganze Larve gleichmässig vertheilt. Wenigstens zeigt dies Stadium und die von nun an folgenden eine überall gleichmässige, schwach röthliche Färbung, welche übrigens ihrer Intensität nach mannigfach variirt. Da das Ectoderm eine dünne Schicht von Zellen bildet, welche der mächtigen Geisselzellschicht des Entoderms ganz flach anliegt und da man die in Frage stehenden Stadien meist von der Fläche sieht, so wäre es wohl möglich, dass das Ektoderm nach wie vor unpigmentirt geblieben ist. Ja mir ist dies sogar wahrscheinlicher, nachdem spätere Stadien nie eine Pigmentansammlung im Ectoderm erkennen lassen. Die grössere Gleichmässigkeit in der Färbung beruht daher offenbar nur auf dem Verblassen der Entodermzellschicht.

Betrachten wir den histologischen Aufbau der beiden Zellschichten, aus denen unser Stadium zusammengesetzt ist, genauer, so ist vor Allem auffällig, dass Ektoderm und Entoderm von nun an histologisch sich vollständig verschieden verhalten. Das Entoderm hat im Allgemeinen die Charaktere des Geisselepithels bewahrt, wie wir dieselben für die Blastosphaera geschildert haben. Dasselbe besteht aus schmalen, prismatischen Kragenzellen, deren Kragen mir etwas höher geworden schien. Ein hyalineres Exoplasma ist von einem grobgranulirten Endoplasma gar wohl zu unterscheiden. Die groben Granula des Endoplasmas, welche sich mit Osmium bräunen und mit Carmin schwach färben, sind dieselben, welche ich in der Beschreibung des Blastulastadiums als Nahrungsdotterelemente in Anspruch nahm. Dieser basale Theil der Zelle zeigt gegenüber der Blastosphaera ein etwas abweichendes Verhalten. Während an dieser letzteren Entwicklungsform die Fusstheile der Zellen scharf begrenzt waren und die Zellgrenzen deutlich wahrnehmbar, sind an den Entodermzellen der vorliegenden Larve die Zellgrenzen im Basaltheil nur höchst undeutlich zu erkennen und die früher scharfe Grenze gegen die hyaline Substanz, welche die primäre Leibeshöhle ausfüllt, ist ganz verschwommen, so dass es den Anschein hat, als seien die Granula im Begriffe, aus der Entodermzellschicht in die primäre Leibeshöhle ausgestossen zu werden. Ein solcher Austritt

von Körnchen, welcher durch die Beobachtungen von Marshall[1]) für die Larven der Reniera filigrana O. Schm. nicht ganz unwahrscheinlich ist, ist mir indess für die Oscarellalarven nicht recht glaublich, da in späteren Stadien das der primären Leibeshöhle angehörige Spatium wieder vollkommen hyalin und scharf begrenzt hervortritt. Ich halte vielmehr die undeutlich begrenzte Granulaschicht, welche an den Basaltheil der Entodermzellen sich anschliesst, für zu demselben gehörig. Vielleicht steht die aufgetretene Veränderung in irgend welcher Beziehung zum Mechanismus der Einstülpung.

Die dem Ektoderm zugehörige Zellschicht ist dagegen bedeutende und auffällige Veränderungen eingegangen. Die Zellen dieser Schicht zeigen ein mehr hyalines, von wenig Granulis durchsetztes Plasma, welches an der Aussenfläche des Zellleibes noch immer eine cuticulaartige Verdichtung wahrnehmen lässt (Taf. III, Fig. 32 und 33). Der Kragen war verschwunden, dagegen konnte ich an manchen der von mir angefertigten Schnitte ein Flagellum noch deutlich wahrnehmen. Die auffälligste Veränderung betrifft jedoch die Form der Zellen, welche aus der langgestreckt prismatischen in die eines kurzen, verbreiterten Prismas und schliesslich in die kubische Form übergeht. Der Unterschied zwischen Exoplasma und Endoplasma ist nicht mehr wahrnehmbar und der Kern erscheint gegen den basalen Theil der Zelle gerückt. Wenn die Ektodermzellen durch fortschreitende Verkürzung der kubischen Form sich genähert haben, so erscheinen sie von auffälliger, abgerundeter Gestalt, so dass die benachbarten Zellen sich nur mit einem Theile ihrer Seitenfläche berühren.

Beginnende Verengerung des Gastrula-Mundes. (Taf. I, Fig. 11 und 12.)

Die nächste auffällige Veränderung, der wir an der festgehefteten Larve begegnen, ist eine Verengerung des Mundes, welche dadurch bewerkstelligt wird, dass der Mundrand sich von allen Seiten gleichförmig contrahirt. Auf diese Weise erhält die Gastralhöhle nun auch eine Begrenzung nach unten zu. Der Gastrula-Mund bleibt noch einige Zeit ziemlich weit geöffnet, während im Bereiche des Entoderms Faltungen auftreten, welche zur Bildung der Geisselkammern führen.

Gleichzeitig mit der Verengerung des Gastrula-Mundes kommen aber auch andere Veränderungen zum Vorschein, die sich vornehmlich auf die Form der Larve beziehen. Während die Larve durch

[1]) William Marshall: Die Ontogenie von Reniera filigrana O. Schm. Ztschr. f. wiss. Zool., Bd. XXXVII, 1882, pag. 222.

die zunehmende Contraction des Mundrandes eine basale Fläche gewinnt, nimmt sie eine flache Kuchenform an, indem ihre Seitenflächen sich abrunden und der kuppenförmige Theil ihrer oberen Seite sich abflacht. Diese flach-kuchenförmige Gestalt erhält sich während der folgenden Stadien. Ferner findet man an Larven dieses Stadiums, wie auch schon früher, häufig Unregelmässigkeiten in Bezug auf die Ausbildung nach der lateralen Dimension, welche von keiner weiteren Bedeutung für die allgemeine Entwicklung zu sein scheinen, da die verschiedenartigsten Variationen in dieser Richtung vorkommen. Die Larven sind nicht immer kreisrund, wie unsere Abbildungen sie zeigen, sondern zeigen auch häufig eine mehr weniger elliptische oder nach einer Richtung langgestreckte Form. Nach dieser Dimension zeigt sich dann natürlich auch der Gastrula-Mund entsprechend verzogen.

Eine weitere Unregelmässigkeit des Aussencontours wird durch die Vorrichtungen zur Befestigung unseres Thierchens an der Unterlage bedingt. Diese Anheftung geschieht nämlich nur an mehr weniger zahlreichen Punkten der Peripherie, welche dadurch kenntlich werden, dass an diesen Stellen die Oberfläche zu einem stumpfen Conus oder lappenförmigen Fortsatz ausgezogen erscheint. Oefters sah ich von den Zellen an der Spitze dieser prominenten Stellen kleine pseudopodienartige Plasmafortsätze ausgehen, welche zweifelsohne zur Anheftung der Larven dienten.

Auch im Bereiche des Entoderms, das noch aus hohen prismatischen Zellen zusammengesetzt ist, finden wir Andeutungen eines regen, fortschreitenden Wachsthumsprocesses. Die Wand der Gastralhöhle ist nicht gleichmässig glatt entwickelt, sondern zeigt Faltungen und Knickungen, welche einer beginnenden, nach Aussen gerichteten Divertikelbildung zu entsprechen scheinen. Wir werden sehen, dass die ersten auftretenden Divertikel sich nicht direct von diesen unregelmässigen Faltungen ableiten lassen, sondern dass die letzteren nur den Ausdruck der durch fortschreitendes Wachsthum bedingten Oberflächenvergrösserung darstellen.

Morphologische Differenzirung im Bereich des Entoderms. (Taf. I, Fig. 13 und 14; Taf. II, Fig. 15 und 16; Taf. III, Fig. 21, 22, 23 und 24.)

Die fortschreitende Flächenzunahme der Gastralwand führt nämlich bald zur Bildung flacher Divertikel, welche ihrer hauptsächlichsten Ausdehnung nach die obere oder aborale Fläche des plattgedrückten Entodermsackes einehmen, obgleich auch die seit-

liche Partie desselben an diesen Bildungen betheiligt ist. Die ersten Andeutungen davon findet man an Larven, welche noch einen beträchtlich weiten Gastrula-Mund erkennen lassen. Im Wesentlichen sind es Faltungen, welche mit dem Randcontour des flachen Entodermsackes parallel laufen und sich demselben dicht anschliessen (Taf. I, Fig. 13 und 14; Taf. III, Fig. 21). Man würde ihr Wesen am treffendsten bezeichnen, wenn man sagen würde: das Entoderm bildet einen die ganze Peripherie seiner aboralen Fläche umgreifenden, nach oben prominenten Wulst, welcher aber nicht continuirlich rings um die ganze Peripherie entwickelt ist, sondern an einzelnen Stellen in seinem Verlaufe unterbrochen erscheint. Daher zerfällt diese Aussackung in eine Reihe flacher, sich aneinanderschliessender Divertikel, welche im Uebrigen hinsichtlich ihrer Ausbildung kein bestimmtes Gesetz erkennen lassen. Es wechseln lange Wülste ohne Unterbrechung häufig mit kleinen Divertikeln ab, welche der Grösse nach höchstens einer einzigen Geisselkammer der späteren fertigen Larve entsprechen. Verschiedene in der Entwicklung dieser Falten auftretende Unregelmässigkeiten scheinen im Verlaufe sich immer wieder auszugleichen. Die Anzahl der einzelnen Abtheilungen dieses peripherischen Wulstes ist bei verschiedenen Exemplaren grossen Variationen ausgesetzt. Man darf diese Divertikel nicht als etwas fix Gegebenes auffassen; sie sind vielmehr in ihrem speciellen Verhalten von grosser Veränderlichkeit. Sie verschmelzen sehr leicht mit einander und trennen sich ebenso leicht durch eine auftretende flache Querfurche. Häufig stösst man auf Bilder, an denen man kaum unterscheiden kann, ob man es mit einem einzigen langgestreckten Divertikel oder mit zwei undeutlich getrennten zu thun hat. Diese radiären Quertheilungen des peripherischen Wulstes scheinen schliesslich ganz zu verschwinden, denn im nächsten Stadium, welches Radiärfalten anderer Natur aufweist, kann man nichts von diesen ersteren mehr erkennen.

Es entstehen nämlich bald radiäre Faltungen, welche von der Seite aus in das Innere des Entodermsackes vordringen und sich gleichzeitig auf die obere Fläche derselben erstrecken (Taf. II, Fig. 15; Taf. III, Fig. 22). Durch das Auftreten desselben erhält die Gastralhöhle eine wechselnde Zahl von radiären, schwach gegen das Innere vorspringenden Septen. Indem die „Radiärfalten", wie ich sie von nun an nennen will, an der oberen Gastralwand immer weiter gegen den Mittelpunkt vordringen, schieben sie den peripherischen Wulst vor sich her, so dass derselbe einen geknickten

Verlauf erhält, indem Stellen, an denen der Wulst seine ursprüngliche Lage am Rande des Entoderms beibehält, mit solchen abwechseln, an denen er durch eine Radiärfalte an der Dorsalseite nach innen gedrängt ist. Larven dieses Stadiums zeigen sich auch dadurch als weiter vorgeschritten, dass der Gastrula-Mund sich schon um ein Beträchtliches verengt hat.

Bald wird nun der periphere Wulst in eine Anzahl gesonderter Segmente zerlegt, indem Falten auftreten, welche zu seiner Verlaufsrichtung quer gestellt sind (Taf. II, Fig. 15a; Taf. III, Fig. 23). Solche Falten finden sich an jenen Stellen, an denen der Wulst durch die Radiärfalten geknickt wurde, ferner auch je eine interradiär gelegene, welche der zwischen je zwei Radien befindlichen Ausbiegung des Wulstes entspricht. Bald folgen auch Falten dieser Art, welche jedes zwischen den ebenerwähnten zwei Untertheilungen gelegene Stück halbiren und in ein inneres und äusseres Segment zerlegen (z. B. Taf. II, Fig. 15a). Die letzteren Falten sind von besonderer Bedeutung, da durch dieselben das ganze System von Ausbuchtungen in zwei Kreise kleiner Divertikel gesondert wird, welche Kreise dem Umriss der noch immer abgeflachten Gastralhöhle parallel verlaufen. Es erhellt aus einer Betrachtung der für diese Entwicklungsvorgänge entworfenen Schemata (Taf. III, Fig. 21, 22, 23 und 24), sowie aus den darauf bezüglichen naturgetreuen Abbildungen (Taf. I, Fig. 13 und 14; Taf. II, Fig. 15 und 16), dass die Anzahl dieser kleinen Divertikel, welche nichts sind, als die primäre Anlage der Geisselkammern, im inneren Kreise die gleiche sein muss, wie im ännsseren. Da aber der äussere der beiden Kreise von grösserem Umfange ist und die Divertikel dicht aneinandergedrängt gelagert sind, so wird ein kleiner Unterschied in der Form derselben je nach ihrer Zugehörigkeit zu einem der beiden Kreise verständlich. Die Geisselkammeranlagen des inneren Kreises sind in radiärer Richtung verlängert, und da sie sich nach Innen verschmälern, häufig von fast dreieckiger Gestalt, während die äusseren Divertikel in radiärer Richtung verkürzt und in der Richtung des Kreises verlängert erscheinen. Diese Verlängerung schreitet aber nur bis zu einem gewissen Maasse vor, denn bald theilen sich einzelne der Geisselkammeranlagen des äusseren Kreises durch eine secundäre radiäre Falte, so dass wir dann im äusseren Kreise eine grössere Anzahl von Geisselkammeranlagen vorfinden, als im inneren.

Die so gelieferte Darstellung der Divertikelbildung, welche den Geisselkammern den Ursprung gibt, ist das Resultat der

genauen Untersuchung der auf diese Entwicklungsperiode bezüglichen Stadien und musste der Klarheit halber ein wenig schematisch gehalten werden, wie ich denn auch einige abstrahirte Schemata, welche ich anfangs zum eigenen Verständniss anfertigte, meinen Zeichnungen beigebe. Die naturgetreuen Bilder dagegen zeigen, unter wie mannigfachen Variationen dieser Faltungsprocess in Wirklichkeit abläuft. Besonders lehrreich in dieser Hinsicht ist ein eingehendes Studium des in Fig. 16 dargestellten Bildes, welches vermittelst der Camera lucida nach einem Osmiumpräparat auf's Genaueste angefertigt wurde.

Wenn die im vorliegenden Capitel geschilderten Processe zum Abschluss gekommen sind, ist der Gastrula-Mund schon geschlossen oder doch dem vollkommenen Verschwinden nahe (Fig. 16a).

Es wird uns aus der gelieferten Darstellung erklärlich, wie es kommt, dass zahlreiche Spongienlarven in frühen Stadien eine Anordnung der Geisselkammern in zwei oder mehreren concentrischen Kreisen zeigen, ein Verhältniss, welches von mehreren Autoren angeführt wird. [1])

Die Anzahl der primären Radiärfalten ist für die einzelnen Individuen und für die verschiedenen Altersstufen eine wechselnde. Denn während die betreffenden Processe im Ablaufen begriffen sind, kann sich im Interradius eine neue Radiärfalte einschieben, welche gerade so wie die früher angelegten einem System von vier Geisselkammeranlagen zum Ursprung dient.

Weitere Vorgänge in der Entwicklungsperiode bis zum Verschluss des Gastrula-Mundes.

Während der oben beschriebenen Veränderungen, welche für die Anlage der Oscarella von grundlegender Bedeutung sind, spielen sich noch mehrere Processe ab, welche besonderer Erwähnung bedürfen.

Die histologische Differenzirung der Zellen des Entoderms macht in der Richtung der definitiven Ausbildung bedeutende Fortschritte. Während zu Anfang des beschriebenen Faltungsprocesses die Entodermzellen noch sämmtlich die Form hoher prismatischer, mit niederem Kragen versehener Geisselzellen hatten, müssen wir zu Ende dieser Stadienreihe schon deutlich zwischen den Geisselkammerzellen und jenen Elementen unterscheiden, welche die übrigen

[1]) F. E. Schulze: Untersuch. über den Bau etc. IX. Mittheilung: Die Plakiniden. Ztschr. f. w. Zool., XXXIV. Bd., pag. 418, Taf. XXII, Fig. 28.

Räume der Gastralhöhle auskleiden (Taf. III, Fig. 29). Alle Zellen haben die prismatische langgestreckte Form aufgegeben und ebenso sind die Granula des Nahrungsdotters völlig verschwunden. Die Zellen nun, welche die Geisselkammeranlagen auskleiden, zeigen eine noch immer ziemlich hohe, gestreckte Gestalt, welche man im Allgemeinen flaschen- oder birnförmig nennen kann. Der Kragen erscheint noch immer nicht deutlicher entwickelt als bisher. Man kann ein hyalines Exoplasma und ein den basalen Theil der Zelle einnehmendes, körniges Endoplasma unterscheiden; der Basis der Zelle genähert liegt der kleine, ovale oder rundliche Zellkern.

Die übrigen Entodermzellen, welchen die Auskleidung der grossen, primären Gastralhöhle zukommt, sind von kubischer Gestalt, mit rundlichem, central gelegenen Kern. Sie haben den Kragen völlig verloren, sind aber noch mit der Geissel versehen, wie ich denn überhaupt glaube, dass die Geisseln der Ektodermzellen sowohl, als der Entodermzellen während der ganzen Metamorphose von Oscarella nicht eingezogen werden, wenn es im gegebenen Falle auch manchmal schwer sein mag, dieselben nachzuweisen.

Eine weitere und wichtige Veränderung betrifft die zwischen Ektoderm und Entoderm sich erstreckende Gallerte, den Rest der primären Leibeshöhle. Dieselbe hat im Verlaufe der Entwicklung an Masse zugenommen und erfüllt besonders am Rand der flach kuchenförmigen Larve ein oft beträchtliches Spatium. Während der in Rede stehenden Umwandlungen nun kann man das erste Auftreten von Mesodermzellen[1]) in der Gallerte beobachten. Meine Untersuchungen haben mich zur Ansicht geführt, dass die Elemente des Mesoderms durch Einwanderung vom Entoderm aus zur Sonderung kommen. Diese Ansicht stütze ich auf folgende Beobachtungen:

1. Ich fand die ersten auftretenden Mesodermzellen in der Nähe des Entoderms gelagert.

2. Die jüngsten Mesodermzellen zeigen ihrer histologischen Beschaffenheit nach mehr Aehnlichkeit mit den Elementen des

[1]) Ich verwende die für die in Rede stehende Gewebsschicht bei Spongien bisher gebräuchliche Bezeichnung „Mesoderm“, ohne hierdurch hinsichtlich der Homologisirung derselben und gleichnamiger Gewebsschichten bei anderen Metazoen irgend etwas präjudiciren zu wollen. Wenn ich den in neuerer Zeit in Aufnahme gekommenen Ausdruck „Mesenchym“ vermeide, so geschieht das aus dem Grunde, weil ich diesem Begriffe eine Bedeutung von lediglich histologischer Natur beimesse, dessen Einführung in die vergleichende Embryologie daher über die Gleichwerthigkeit der damit bezeichneten Schichten ebensowenig besagt, wie der oben angeführte Ausdruck.

Entoderms, als denen des Ektoderms. Sie gleichen den Entodermzellen in Bezug auf ihr Lichtbrechungsvermögen, auf die eigenthümlich trübe, körnige Beschaffenheit ihres Protoplasmas — kurz, ihrem ganzen Aussehen nach sind sie den Entodermelementen näher stehend, als den hyalinen und pelluciden Ektodermzellen.

3. Ich sah häufig Bilder, welche sich auf eine Einwanderung von Entodermzellen in die Gallerte beziehen liessen, sei es, dass einzelne Entodermzellen gegen die Gallerte prominent waren und weit über den Grenzcontour des Entodermepithels vorragten, sei es, dass deutlich in der Gallerte gelegene Mesodermzellen mit einem Stück des Zellleibes noch zwischen die Entodermzellen hineinragten. Dagegen konnte ich trotz eifrigen Nachsuchens keine Bilder finden, welche sich auf eine Einwanderung von Ektodermzellen in die Gallerte hätten beziehen lassen.

Ich weiss, dass die angeführten Beobachtungen nicht genügend sind, um den vollständigen Beweis der Abstammung des Mesoderms vom Entoderm herzustellen. Doch wird man mir zugeben, dass sie einen solchen Entwicklungsmodus auf's Höchste wahrscheinlich machen. Obgleich zahlreiche Angaben in der Literatur der Spongienentwicklung auf eine Abstammung des Mesoderms vom Entoderm hinweisen, so halte ich doch die Untersuchungen über diesen Punkt bisher noch nicht für völlig abgeschlossen.

Die Zellen des Ektoderms sind im Allgemeinen von kubischer Gestalt und nähern sich an manchen Stellen der abgeflachten Form des Plattenepithels. Im Verlaufe der angeführten Entwicklungsstadien bildet das Ektoderm besondere Organe, welche eine interessante, dem Larvenstadium von Oscarella lobularis zukommende Eigenthümlichkeit darstellen. Es sind dies förmliche Füsschen, welche zur Anheftung der Larve verwendet werden (Taf. II, Fig. 16, 17, 18 und 19; Taf. III, Fig. 29 und 30). Ich habe schon oben gezeigt, dass die Fixirung unserer Entwicklungsstadien nicht von der ganzen basalen Fläche des Ektoderms vollzogen wird, sondern nur von einzelnen Fortsätzen, welche sich mit ihrem Ende an die Unterlage festheften. Diese Fortsätze, anfangs von stumpf konischer Gestalt, strecken sich bald und gewinnen in einigen besonders entwickelten Fällen fast die Form von etwas unförmlichen, kleinen Tentakeln, welche nach diversen Richtungen entsendet werden, um Fixpunkte zur Anheftung zu suchen. Meist aber bleiben diese Fortsätze kurz und legen sich, indem sie sich gegen die Unterlage zuwenden, derselben dicht an. Während nun manche von ihnen stets ihre unregelmässig konische oder lappige Gestalt beibehalten,

verbreiten sich andere an der Unterlage zu einer Art kleinem Saugnapf von rundlicher Form. Die dieser Fläche angehörigen Ektodermzellen sind stets von hoher cylindrischer Form und ähneln durch ihr gleichmässig feinkörniges Protoplasma manchen Drüsenzellen, so dass es mir wahrscheinlich geworden ist, dass sie einen Kitt zur Anheftung absondern. In einer an der Basis dieser Füsschen vorfindlichen hyalinen Masse glaubte ich diesen Kitt erkennen zu können (Taf. II, Fig. 18 und 19 a). Spätere Entwicklungsstadien sind gewöhnlich nur mit drei bis vier Füsschen an der Unterlage festgeheftet.

Jene Ektodermzellen, welche den Rand des Gastrulamundes umgrenzen, erschienen mir an den Oberflächenbildern von besonders succulenter Beschaffenheit und auffälliger Grösse. Indess habe ich mich vergebens bemüht, dieselben an Querschnitten wieder aufzufinden. Dort sah ich den Uebergang von Ektoderm gegen das Entoderm zu mehr allmälig zu Stande kommen.

Stadium der definitiven Formirung der Geisselkammern. (Taf. II, Fig. 17, Taf. III, Fig. 30.)

Mit dem Eintritt in das nun zu beschreibende Stadium erreicht die Oscarella-Larve einen Grad der Ausbildung, welcher dieselbe dem ausgewachsenen Schwamme schon ziemlich nahe bringt. In der That sind ähnliche Stadien anderer Spongien von den Autoren meist schon als junge Schwämme bezeichnet worden. Da dem fraglichen Entwicklungsstadium aber noch einige wichtige Bildungen (ausführende Canäle der Geisselkammern, Osculum) zur Erreichung der Organisations-Stufe des ausgebildeten Individuums fehlen, so werde ich es noch weiterhin als Larve bezeichnen.

Vor Allem ist es die allgemeine Körperform, welche bedeutsame Aenderungen aufweist. Die bisher flach kuchenförmige Larve wächst nun vor Allem in der Höhendimension, so dass die Larve die Gestalt einer Halbkugel gewinnt, deren Basis der Unterlage zugewendet ist, während die Kuppe der Halbkugel nach oben gerichtet erscheint. Diese Ausdehnung nach der Höhe wird vor Allem dadurch bedingt, dass die Gastralhöhle, welche bisher ein wenig ausgedehntes Lumen aufwies, nun sich mit Flüssigkeit erfüllt, wodurch das Höhlensystem derselben erst recht zur Entfaltung gelangt. Ich hätte diese Flüssigkeit als diffundirtes Seewasser in Anspruch genommen, wenn nicht zahlreiche in derselben nach Behandlung mit Reagentien auftretende, fädige Gerinnungen mich darauf

aufmerksam machten, dass darin Eiweisskörper in gelöstem Zustand vorhanden seien (Taf. III, Fig. 30 und 31).

Die ektodermalen Seitenwände der Larve glätten sich bei dieser Höhenzunahme und kleinere Fortsätze, welche von derselben bisher ausgingen und an der Fixirung der Larve theilnahmen, verschwinden mehr und mehr, so dass in späteren Stadien meist nur mehr wenige der oben beschriebenen Füsschen übrig bleiben. Am häufigsten fand ich deren drei, ohne dass hinsichtlich der Zahl eine bestimmte Regel vorzuherrschen schien. Diese Füsschen gehören von nun an ganz entschieden der basalen Fläche der Larve an.

Die Zellen des Ektoderms haben sich noch mehr abgeplattet und man begegnet seltener kubischen Zellen. Meist zeigen sie schon jene Plattenepithelform, welche dem ausgebildeten Schwamme eigenthümlich ist. Eine Ausnahme hiervon machen die Zellen der Basalfläche, welche nicht nur am basalen Theil der Füsschen, sondern auch an anderen Stellen eine hohe, mehr weniger kubische oder cylindrische Form aufweisen (vgl. Fig. 30 und 31). Dies führt mich zu dem Gedanken, dass vielleicht auch Stellen, an denen die Basalfläche der Unterlage anliegt, zur Festheftung verwendet werden.

Die wesentlichsten Veränderungen weist das Entoderm auf. Wir haben gesehen, dass ein etwas complicirter Faltungsprocess, der sich wesentlich an der oberen Fläche des platten Entodermsackes abspielt, zur Bildung von zwei Reihen von Divertikeln führt, welche concentrisch um den Mittelpunkt der kuchenförmigen Larve angeordnet sind. Es bleibt daher innerhalb des inneren Kreises von Divertikeln eine ungefaltete Entodermfläche über, welche von Bedeutung ist, da durch dieselbe hindurch der Durchbruch des Osculums erfolgt (Taf. III, Fig. 30 a). Wir haben auch gesehen, wie der äussere Kreis von Divertikeln durch Theilung derselben bald eine grössere Zahl gewinnt, als der innere.

Durch die Höhenausdehnung, welche die Larve unseres Stadiums entwickelt, gelangen die Geisselkammeranlagen mehr an die Seitenfläche der Halbkugel, während die Kuppe von der flachen, unveränderten Entodermlamelle eingenommen wird. Dieser gegenüber und parallel liegt die basale Entodermlamelle, welche ganz flach und ohne jede Faltung erscheint. Es ist dies jene Lamelle, innerhalb welcher der Verschluss des Gastrula-Mundes stattgefunden hat. Ich werde sie künftig die „basale Entodermlamelle“ nennen, während ich die obere, bedeutend kleinere mit Bezug auf ihre späteren Schicksale als „osculare Entodermplatte“ bezeichnen will.

Betrachten wir die beiden Kreise von Geisselkammeranlagen,

welche sich in der seitlichen Region zwischen diesen beiden Lamellen erstrecken, so ist uns vor Allem auffällig, dass die Divertikel ihrer Lage nach regelmässiger angeordnet erscheinen. Im Wesentlichen zeigen die Divertikel des inneren und äusseren Kreises eine alternirende Lage. Da dieselben aber durch die reichlichere Ausbildung von mesodermaler Gallertsubstanz weiter von einander abstehen, so ist Raum genug vorhanden, dass in einzelnen Fällen zwei Geisselkammern des äusseren Kreises in den Zwischenraum zwischen je zwei des inneren Kreises eingeschoben sind.

Bisher zeigte die Larve in den meisten Fällen eine regelmässige Vertheilung der Organanlagen um eine einzige Hauptaxe, welche durch die Mittelpunkte der oberen und unteren Fläche hindurchging. Diese Regelmässigkeit wird von nun an dadurch gestört, dass in einen Quadranten zwischen beide Kreise von Geisselkammern sich ein dritter einschiebt, so dass die obere oder oscular Fläche aus ihrer concentrischen Lage gerückt wird (Taf. II, Fig. 20, an der mit a bezeichneten Stelle). Man müsste daher streng genommen solchen Larven eine bilateral symmetrische Anordnung der Organanlagen zuschreiben. Doch scheint in Ausnahmsfällen die Entwicklung normal weiterzuschreiten, ohne dass eine solche Aenderung von der Anordnung um eine einzige Hauptaxe stattfände, denn ich fand öfters Larven, die schon ein Osculum entwickelt hatten und nur zwei Kreise von Geisselkammern im ganzen Umkreis erkennen liessen, während wieder andere Larven drei solche in der ganzen Peripherie gleichmässig entwickelte Kreise von Geisselkammern zeigten (Taf. II, Fig. 18). Doch entsprach die weitaus überwiegende Anzahl von Fällen dem erstgeschilderten Verhalten.

Die Geisselkammern formiren sich in dem vorliegenden Stadium zu selbstständigen Organen. Sie sind von nun an nicht mehr einfache Divertikel der Gastralhöhle. Nicht nur die histologische Differenz zwischen den nun der definitiven Form sich nähernden Kragenzellen des Geisselkammerepithels und dem stets flacher werdenden Plattenepithel, welches den grossen centralen Hohlraum auskleidet, weist ihnen eine Sonderstellung zu, sondern auch ihrer Form nach haben sie sich zu selbstständigen Gebilden umgewandelt. Sie haben Kugelgestalt angenommen und ihre Communicationsöffnung gegen die centrale Urdarmhöhle hat sich verengt. Dieselbe erweist sich in diesem und dem darauf folgenden Stadium als eine noch immer ziemlich weite, rundliche oder elliptische Oeffnung, welche schon an Oberflächenbildern und bei geringer Vergrösserung zu erkennen ist.

Aber auch die zuführenden Poren gelangen während dieser Entwicklungsperiode zur Ausbildung. Dieselben sind ihrer ersten Anlage nach, soweit meine Beobachtungen reichen, kurze Einstülpungen des Ektoderms.

In zahlreichen Fällen allerdings liegt die distale Kuppe der Geisselkammer und die Fläche des Ektoderms so sehr genähert, dass es keiner Einstülpung von Seiten des letzteren bedarf. Die einander fast anliegenden Flächen verlöthen sich, und in dieser verlötheten Stelle entsteht eine Durchbrechung; dies ist ein häufiger Act der Bildung des Porus, welchen man in jenen Fällen beobachten kann, wenn der Porus an der Stelle der höchsten Erhebung der Geisselkammer zur Ausbildung gelangt. Meist finden sich aber Porencanäle, welche zwei Geisselkammern zugleich versorgen und daher im Zwischenraume zwischen denselben nach aussen münden, wie dies F. E. Schulze [1]) für die Larven von Placina als Norm beschrieben hat. Die Bildung dieser Porencanäle schien mir durch Ektodermeinstülpungen bewerkstelligt. Wenigstens habe ich Einziehungen des Ektoderms zwischen zwei Geisselkammern, welche in einzelnen Fällen bis an die Geisselkammerwand heranreichten, auf diesen Vorgang bezogen.

Noch haben wir bei Besprechung dieses Stadiums eine hie und da zur Beobachtung kommende Eigenthümlichkeit zu erwähnen. Es ist dies das Auftreten vereinzelter und kleiner Geisselkammeranlagen an der basalen Entodermlamelle (Taf. II, Fig. 19 β). So deute ich nämlich kleine Divertikel, die sich an dieser Stelle manchmal beobachten lassen und welche mit hohen Zellen ausgekleidet sind. Solche Anlagen scheinen in einzelnen Fällen entwicklungsfähig zu sein. Wenigstens erwähnt F. E. Schulze ein solches isolirtes Auftreten von Geisselkammern für O. lobularis „an gewissen dünnen, membranartig ausgebreiteten Partien des Schwammkörpers“.[2])

Wir haben schon erwähnt, dass die zwischen Ektoderm und Entoderm gelegene Gallerte an Masse zugenommen hat. Auch die Anzahl der in derselben gelagerten Mesodermzellen hat sich bedeutend vermehrt. Diese Zellen nähern sich schon der für das Bindegewebe der Gallertsubstanz erwachsener Oscarellen charakteri-

[1]) F. E. Schulze: Die Plakiniden. Ztschr. f. wiss. Zool., XXXIV. Bd., pag. 419, Taf. XXII, Fig. 28 und 29.

[2]) F. E. Schulze: Die Gattung Halisarca. Ztschr. f. wiss. Zool., XXVIII. 1877, pag. 23.

stischen Sternform, indem sie kurze pseudopodienähnliche Ausläufer entsenden.

Stadium der Bildung des Osculums. (Taf. II, Fig. 18 und 20; Taf. III, Fig. 31.)

Da schon im vorhergehenden Stadium die wichtigsten, zur definitiven Gestaltung hinführenden Veränderungen eingeleitet wurden, so weist das nun zu beschreibende Stadium — das letzte unserer Beobachtungsreihe — nur mehr wenige Neugestaltungen auf. Im Wesentlichen gleicht es dem ebenbeschriebenen Larvenstadium.

Die Entwicklung des Osculums ist aber ein Schritt von solcher Bedeutung für die Ausbildung des Spongien-Organismus, dass ich glaubte, diese Entwicklungsperiode gesondert betrachten zu müssen. Das Erste, was man an Larven dieses Stadiums beobachtet, ist, dass das Ektoderm an der Kuppe der Halbkugel sich von der darunterliegenden oscularen Entodermlamelle mehr und mehr abhebt, indem eine immer grössere Menge von Gallerte dazwischen angesammelt wird. Diese Abhebung führt zur Bildung eines vorerst soliden Fortsatzes, welcher senkrecht in die Höhe strebt und im Uebrigen ganz jenen tentakelähnlichen Randfortsätzen gleicht, die sich zu Füsschen ausbilden. In diesen Fortsatz wächst bald ein Divertikel der oscularen Entodermlamelle hinein, welches denselben unter Verdrängung der Gallerte immer mehr und mehr ausfüllt, so dass schliesslich nur eine schmale Gallertsubstanzlamelle zwischen beiden Plattenepithelien überbleibt. Endlich bildet sich entsprechend der höchsten Kuppe dieses Fortsatzes eine Durchbrechung, das Osculum, indem die Ektoderm- und Entodermlamelle sich dicht aneinanderlegen und verschmelzen und durch Auseinanderweichen der Zellen eine ganz kleine Oeffnung zu Stande kommt.

Erst an Larven dieses Stadiums konnte ich die Aufnahme von Carminkörnchen beobachten. In einem kleinen Aquarium, in welchem ich Fütterungsversuche an ausgewachsenen Oscarellen anstellte, entwickelten sich zahlreiche Larven. Aber nur Larven mit entwickeltem Osculum zeigten Carminkörnchen in den Geisselkammerzellen. Bei diesen fanden sich dann sämmtliche Geisselkammerzellen mit Farbstoffgranulis erfüllt.

Unter den Mesodermzellen dieses Entwicklungsstadiums traf ich regelmässig einige grössere, stärker granulirte Zellen mit deutlichen Kernkörperchen. Solche fanden sich besonders häufig in der basalen Lamelle. Möglicherweise liegen hier die ersten er-

kennbaren Stufen einer beginnenden Ausbildung von Geschlechtsproducten vor.

Das vorliegende Stadium bezeichnet offenbar den Abschluss des Larvenlebens. Denn im Wesentlichen ist die Organisations-Stufe des ausgewachsenen Individuums erreicht. Nur durch ein einziges wesentliches Merkmal unterscheidet sich diese Entwicklungsstufe vom ausgebildeten Organismus der O. lobularis. Wir meinen den völligen Mangel eigener abführender Canäle der Geisselkammern. Dieselben sitzen noch immer mit breiter Basis dem gemeinschaftlichen Entodermsack auf und münden in denselben mit weiter Mündung, repräsentiren also eine Stufe der Ausbildung, wie sie bei Halisarca Dujardini zeitlebens erhalten bleibt.

Spätere Entwicklungsstadien kamen mir nicht zur Beobachtung. Die Entwicklung der Larven schien in meinen kleinen Aquarien mit Erreichung dieser Stufe stille zu stehen, und nachdem sich die Larven etwa durch eine Woche auf dieser Stufe der Ausbildung erhalten hatten, gingen sie, offenbar durch Nahrungsmangel, zu Grunde. Ich konnte nicht beobachten, dass die jungen Schwämme zu Boden sinken und am Grunde des Gefässes sich weiter entwickelten, wie dies aus den Angaben mehrerer Autoren hervorzugehen scheint.

Theoretischer Theil.

Die beschreibende Naturforschung ist stets bemüht, für den jeweiligen Stand der Erkenntniss die einfachste Formel zu finden, welche die Summe dessen, was von dem vorliegenden Gegenstande mit annähernder Gewissheit ausgesagt werden kann, mit Entschiedenheit zum Ausdruck bringt. Daher entschloss man sich, als erstlich durch Huxley's [1]) Auffindung von Geschlechtsproducten bei Tethya und in späterer Zeit durch eine Reihe glänzender Entdeckungen auf anatomischem Gebiete, die Thatsache festzustehen schien, dass die Spongien sich durch das Vorhandensein höherer Differenzirungen über die Organisationsstufe der Protozoen erheben dieselben dem Typus der Coelenteraten anzureihen. Ein solches Vorgehen war bei der damaligen Auffassung des Baues dieser Thiergruppe nicht ohne Berechtigung. In der That schienen die Spongien durch ihre festsitzende Lebensweise, durch die manchen Formen zukommende regelmässige Anordnung der Theile um

[1]) Huxley: On the Anatomy of the genus Tethya. Ann. and Mag. of Nat. Hist. vol. VII. Sec. Ser. 1851, pag. 370.

eine Hauptaxe, durch das Vorhandensein eines Gastrovascularsystems mit grosser, terminaler Oeffnung des centralen Hohlraumes, durch die Ausbildung fleischiger, verästelter, alcyoniumähnlicher Stöcke mit eingelagerten mineralischen Skelettbestandtheilen, durch die grosse Uebereinstimmung ihrer ausschwärmenden Larven mit den Planula-Stadien zahlreicher Cnidarier[1]) ebensoviele beweisende Punkte für die nahe Verwandtschaft beider Gruppen darzubieten.

Dieser Auffassung hat zuerst Leuckart[2]) in der mit Recht vielgerühmten Besprechung einiger Spongienarbeiten aus den Jahren 1848—1853 Ausdruck gegeben.[3]) Bei der Unklarheit, die damals noch über den Bau dieser Gruppe herrschte, muss uns dies als die bewunderungswürdige Anticipation einer Anschauungsweise erscheinen, die erst in späteren Jahren, durch viele, eingehende Untersuchungen begründet, zur herrschenden werden sollte.

Zunächst war sie freilich noch entfernt, allgemeine Anerkennung zu finden. Gestützt auf eine einseitige Betrachtung der histologischen Charaktere der Gallertsubstanz und geleitet durch die damals immer mehr sich Eingang verschaffende sogenannte Sarcodetheorie war man nur zu geneigt, den Spongienkörper als einen Complex innigst verschmolzener Zellen zu betrachten und in nähere Beziehung zu den Polythalamien und Radiolarien zu bringen. Schon Dujardin[4]) beobachtete die amöboide Beweglichkeit durch Zerzupfen gewonnener Spongienbruchstücke und fasste die Spongien als eine Colonie proteusartiger Wesen auf, und Huxley[5]) sowohl als Carter[6]) äusserten sich mehr minder bestimmt in der ange-

[1]) Schon Grant in seiner Beschreibung der Spongienblastulae verweist auf ihre Aehnlichkeit mit den von Cavolini entdeckten schwärmenden Larven von Gorgonia und Madrepora. Vgl. T. Rymer Jones' Artikel Porifera in Todd's Cyclopaedia of Anatomy and Physiology.

[2]) Leuckart: Bericht über die Leistungen in der Naturgeschichte der niederen Thiere während der Jahre 1848—1853. Arch. f. Naturgesch. XX. Jahrg., II. Bd., 1854, pag. 471—472.

[3]) Vosmaer in seiner fleissigen, als Repertorium sehr verwendbaren, historischen Uebersicht der Poriferen-Forschung hebt als den wichtigsten Punkt dieser Besprechung hervor: die Ausschliessung der Spongien aus der Formenreihe der Protozoen auf Grund des Vorhandenseins differencirter Sexualproducte; und ich kann ihm nur beistimmen, da dadurch eine Gegenüberstellung der Protozoen einerseits und sämmtlicher Metazoen andererseits angebahnt war. Siehe Bronn, Cl. u. Ordn. des Thierreiches. II. Bd.: Porifera. bearb. v. Vosmaer, 1882, pag. 61.

[4]) Dujardin: Observations sur les Éponges et en particulier sur la Spongille ou Éponge d'eau douce. Ann. d. Sc. Nat. II. Sér., Tome X., 1838, pag. 5.

[5]) Huxley: Ann. and Mag. of Nat. Hist. Vol. VIII, Sec. Ser. 1851, pag. 438.

[6]) H. J. Carter: On the freshwater Sponges of Bombay. Ann. and Mag. of Nat. Hist. II. Ser., IV. Bd., 1849, pag. 86.

geführten Richtung. Von Bedeutung erscheint es, dass Carter die zwischen den Zellen von Spongilla gelegene Intercellularsubstanz der Gallerte erwähnt. Auch in der ersten Auflage von Bronn's[1]) Classen und Ordnungen des Thierreichs bilden die Spongien die oberste Classe der Amorphozoen, unter welchem Namen die Protozoen vereinigt wurden.

Als nächster Fortschritt müssen die Ansichten Lieberkühns[2]) erscheinen. Er äussert sich nicht nur in bestimmter Weise für die Zusammensetzung der Spongien aus nicht verschmolzenen Zellen[3]) (wie schon früher Huxley und Carter), sondern lenkt auch zuerst die Aufmerksamkeit auf die Bedeutung der schwärmenden Larven und des aus ihnen hervorgehenden jungen Schwammes hinsichtlich der Frage nach der Individualität beim Spongienorganismus.

In dieser Richtung ist auch die Auffassung Oscar Schmidt's[4]) bedeutsam, welcher auf den „radiären" Typus im Bau mancher Calcispongien hinwies und dieselben für Individuen erklärte, „weil nicht nur ihre reguläre Form, sondern namentlich die Anordnung ihrer Theile einer organischen Einheit entspricht. Ihre Theile und Organe umgeben ganz regelmässig die einfache, grosse Körperhöhle, welche mit dem einen centralen, bei mehreren Gattungen von einem wahren Strahlenkranz umstellten Ausströmungsloche endigt" (pag. 16). Und ferner: „Mit demselben Rechte, womit man eine Actinie, eine Qualle, einen Seestern für einen einheitlichen Organismus hält, sind diejenigen Schwämme, welche regelmässig eine Ausströmungsöffnung besitzen, als Einzelindividuen aufzufassen" (pag. 17). Mit dieser aus der makroskopischen Betrachtung geschöpften Auffassung der Spongien als höher organisirter Wesen steht bei O. Schmidt im Widerspruch der niedrige Grad von Differenzirung, den er ihren Geweben zutheilt. Der Spongienkörper ist nichts als homogene Sarcode mit eingelagerten Kernen; daher die Spongien auch zu den Protozoen gerechnet werden.

In den bald darauf erschienenen Icones histologicae von Kölli-

---

[1]) Bronn: Classen und Ordnungen des Thierreichs. I. Bd., 1859.

[2]) Lieberkühn: Ueber Bewegungserscheinungen bei den Schwämmen. Müll. Arch. 1863, pag. 717, Tab. XIX.

[3]) Aus diesem Grunde war Haeckel im Anschlusse an Gegenbaur's Programm: De animalium plantarumque regni terminis et differentiis Jenae 1860, anfangs geneigt, die Spongien für Pflanzen zu erklären. Später reihte er sie bekanntlich dem von ihm gegründeten Reich der Protisten ein.

[4]) Oscar Schmidt: Erstes Supplement der Spongien des adriatischen Meeres. Leipzig 1864.

ker[1]) werden die Spongien auf Grund einer eingehenden mikroskopischen Analyse den niedersten Coelenteraten angereiht. „Die Gewebe und der Bau der Spongien," sagt Kölliker pag. 74, „tragen in solchem Grade den thierischen Charakter an sich, dass keine Zweifel in dieser Beziehung aufkommen können. Ich erwähne daher nur kurz die Eier, Samenfäden, Flimmerepithelien[2]), Faserzellen aller Art, die ganz thierisches Gepräge besitzen und bei keiner Pflanze in der Art zu finden sind..... Dagegen ziehe ich das verbreitete Vorkommen von Zellen mit fehlender Membran nicht herbei, weil die Spongien dasselbe mit den Mycetozoen theilen, die wohl unzweifelhaft Pflanzen sind, wohl aber erwähne ich noch, dass auch die Organe der Spongien, die Samenkapseln, Eikapseln, Wimpercanäle und die Wassercanäle überhaupt und die Gesammtorganisation, sowie die physiologischen Verhältnisse derselben gewiss ganz von denen der Pflanze abweichen und am meisten an die der einfachsten Coelenteraten sich anschliessen."

So war denn durch den mälig Schritt für Schritt vorwärts sich bewegenden Gang der Erkenntniss für die ursprüngliche Leuckart'sche Auffassung der Boden gewonnen und durch Miklucho-Maclay[3]) und Haeckel[4]) sollte das einmal betretene Gebiet für dieselbe völlig erobert werden. Haeckel war es besonders, welcher die schon eingangs angedeuteten Ideen klar formulirte und zu einer Theorie erhob, die sich durch eine Reihe von Jahren und bis in die jüngste Zeit allseitiger und fast unbestrittener Anerkennung erfreuen sollte. Dieselbe lässt sich etwa in Folgendem wiedergeben: Die Spongien stehen in nächster Verwandtschaft zu den Cnidariern, besonders zu den Korallen. Beide Gruppen stammen von der gemeinschaftlichen Grundform, dem Protascus, ab, einem aus zwei Zellschichten bestehenden Schlauch, welcher gegenüber seinem Anheftungspunkt eine Mundöffnung besitzt. Demnach ist der Mund der Anthozoen wahrhaft homolog dem Osculum der Spongien, das Gastrovascularsystem der Coelenteraten

[1]) Kölliker: Icones histologicae. Leipzig 1864, 1. Abtheilg., pag. 46—74.

[2]) Vosmaer (l. c. pag. 74) ist im Unrechte, wenn er Grave als den „Entdecker der Epithelien der Schwämme" bezeichnet. Aus der angeführten Stelle, noch mehr aber aus dem Capitel über Kalkspongien (Icones hist. I, pag. 63) geht hervor, dass schon Kölliker vom Vorhandensein echten Flimmerepithels bei Spongien überzeugt war.

[3]) Miklucho-Macley N.: Beiträge znr Kenntniss der Spongien. I. Jen. Ztschr. IV, 1868, pag. 221, Tab. IV, V.

[4]) Haeckel E.: Ueber den Organismus der Schwämme. Jen. Ztschr. V, 1869, pag. 207. — Haekel E.: Die Kalkschwämme. I. Bd., pag. 453.

dem Canalsystem der Poriferen und der einzige Unterschied, der die Spongien von den übrigen Coelenteraten trennt, besteht in der geringeren histologischen Differenzirung, speciell in dem Mangel der Nesselkapseln.

Diese Auffassung des Spongien-Organismus ist bis in die neuere Zeit die herrschende gewesen. Ich erwähne in dieser Hinsicht den Schlusssatz von Keller's[1]) interessanter Untersuchung über die Chalinula-Entwicklung: „Die Spongien sind echte Coelenteraten, histologisch erheben sie sich sogar über die meisten Hydromedusen, indem ein mittleres Keimblatt vollständig ausscheidet. In ihrem histologischen Verhalten stehen sie wohl den Korallen am nächsten." Noch in neuester Zeit hat sich Marshall[2]) mit Leidenschaft für diese Ansicht erklärt, indem er die Spongien nicht nur zu echten Korallen zustutzt, sondern auch ein Entwicklungsstadium von Reniera filigrana O. Schm. ohne Grund als Protactinia bezeichnet.

Allerdings riefen Haeckel's Auseinandersetzungen gleich anfangs eine bisher wenig beachtete Kritik von Seite Saville Kent's[3]) hervor, auf dessen Einwände gegen die Zutheilung der Spongien zum Typus der Coelenteraten ich genauer eingehen will, weil ich viele derselben für bedeutend erachte und mich ihnen anschliesse.

Saville Kent sagt im Eingang seines Aufsatzes: „Zugegeben, dass die Spongien und Korallen irgend eine niederstehende gemeinsame Stammform besitzen, so hindert doch nichts, dass beide Gruppen in ihrer weiteren Entwicklung sich sehr weit von einander entfernt hätten und manche auffallende Uebereinstimmung des Baues auf blosse Analogie zurückzuführen sei." Diese Behauptung und die unpräcise Anwendung des Ausdrucks homolog für physiologisch gleichwerthige Organe hat ihm von Seiten R. Lankester's[4]) und Haeckel's[5]) den Vorwurf eingetragen, dass er „nicht einmal den Unterschied zwischen Homologie und Analogie kenne und die Unterscheidung solcher Begriffe für ganz überflüssig halte". Und

[1]) C. Keller: Studien über Organisation und Entwicklung der Chalineen Ztschr. f. wiss. Zool., XXXIII. Bd., 1879, pag. 348.

[2]) W. Marshall: Die Ontogenie von Reniera filigrana O. Schm. Ztschr. f. wiss. Zool., XXXVII. Bd., 1882, pag. 221, Taf. XIII u. XIV.

[3]) Wm. S. Kent: Haeckel on the Relationship of the Sponges to the Corals. Ann. and Mag. of Nat. Hist. 4. Ser., Vol. V, 1870, pag. 204. Es wundert mich, dass ein so gründlicher Kenner der Spongien und der einschlägigen Literatur, wie Vosmaer, diesen Aufsatz kaum der Erwähnung werth gehalten hat.

[4]) Ray-Lankester: Prof. Haeckel and Mr. Kent on the Zoological Affinities of the Sponges. Ann. and Mag. of Nat. Hist. 4. Ser., Vol. VI, 1870, pag. 86.

[5]) E. Haeckel: Die Kalkschwämme. I, pag. 457.

doch erklärte Haeckel selbst die Porenbildungen bei Spongien und Korallen als homomorphe (analoge) Bildungen.

Vor Allem weist Saville Kent darauf hin, dass der von Leuckart scharf präcisirte Begriff des Coelenteraten-Organismus durch Zutheilung der Spongien zu diesem Typus eine Modification erfahre, welche nur auf Kosten der Klarheit und Bestimmtheit desselben erfolgen könne.[1])

Ein genauerer Vergleich beider Thiergruppen, sowohl in anatomischer, als auch physiologischer Hinsicht, führt S. Kent zur Ansicht, dass sie durch eine weite Kluft von einander geschieden seien. Er verweist darauf, dass bei den Spongien die höchst entwickelte Form der Bewegung die Flimmerbewegung ist, während den Coelenteraten das Muskelgewebe und Organe zum Ergreifen und Festhalten der Nahrung zukommen (pag. 208). Er vergleicht die inneren Höhlensysteme beider Gruppen nach Bau und Function und kommt zum Schluss, dass zwischen beiden ein schwer zu überbrückender, bedeutender Unterschied bestehe. Schliesslich legt er auch auf die histologischen Merkmale (Mangel von Nesselkapseln und Muskelfasern) entscheidenden Werth. Es ist wahr, dass S. Kent seine Argumente nur der vergleichenden Anatomie und Physiologie entnahm; aber wir sehen, dass auch die letztere ihn bezüglich der von ihm geleugneten Homologie der Mundöffnungen nicht irre führte. Bei den wenigen, noch durchaus lückenhaften entwicklungsgeschichtlichen Angaben, welche damals vorlagen, war S. Kent im Recht, in der Verwerthung derselben mit Vorsicht vorzugehen.[2]) Jedenfalls wird man aber aus einer Lectüre seiner Artikel die Ueberzeugung schöpfen, „dass er genügend mit dem

---

[1]) S. Kent drückt sich sehr resolut aus: „There is scarcely any other subkingdom which is more clearly defined, under its present limitations, than the Coelenterata, or one that is further subdivided into two more clear and distinct sections than that of the Actinozoa and Hydrozoa. Ignoring this system, snbstantiated as it is by well-marked structural characteristics, H. proposes to substitute in its place one primarily dependent on mere external resemblances, thus leading us back to the same stage we had arrivet at exactly one century ago."

[2]) Er sagt in seiner Erwiderung gegen Lankester: „The open sac-like contour of all existing Coelenterates and a few exceptional Spongiadae has probably been arrived at by two very different processes of evolution; and every grain of evidence, analogical, histological, and „psychical", we can bring to bear upon the subject, most directly favours this interpretation." Der spätere Verlauf der Thatsachen hat ihm Recht gegeben. W. Saville Kent: Professor Haeckel and Mr. E. Ray Lankester on the Affinities of the Sponges. Ann. and Mag. of Nat. Hist., 4. Ser., VI, pag. 251.

Bau und der Entwicklung der Spongien und Zoophyten bekannt gewesen sei", um in diesen Dingen mitzureden.

Hingegen war es ein bedeutender Missgriff S. Kent's, dass er die Kluft aus den Augen liess, welche die Spongien von den Protozoen trennte. War es doch die hervorragendste Errungenschaft der neueren Arbeiten, die Metazoen-Natur der Spongien immer mehr zur Evidenz gebracht zu haben. Daher sehen wir, dass Kent, nachdem er in der Frage der Stellung der Spongien zu den Coelenteraten s. str. ein gutes Urtheil bewiesen hatte, das Kind mit dem Bade ausschüttete und keinen anderen Rath wusste, als sich der alten Dujardin'schen Auffassung in die Arme zu werfen, um sich später an James Clark anzuschliessen. So musste er sich denn die freundschaftlichen Belehrungen Lankester's und die unfreundlichen Bemerkungen Haeckel's gefallen lassen.

Die von James Clark[1]) auf die Uebereinstimmung der Kragenzellen mit den von ihm beschriebenen Choanoflagellaten begründete und von S. Kent[2]) bis in die neueste Zeit festgehaltene Ansicht, dass die Spongien eine Monaden-Colonie darstellen — welcher Meinung auch Carter eine Zeit lang sich zuneigte — sei hier nur kurz erwähnt. Sie gründet sich, wie einst die von Dujardin inaugurirte Synamoeben-Theorie, auf die einseitige Betonung eines Moments histologischer Natur unter Ausseracht-lassung sämmtlicher übrigen morphologischen Thatsachen. Wer mehrschichtige Thiere von monaxonem, heteropolem Bau — wie die Spongien — für eine Monadencolonie erklärt, kann mit demselben Rechte sämmliche Metazoen für Protozoencolonien ansehen.

Die consequente Weiterentwicklung einer Auffassung, welche auf die Aehnlichkeit der kragentragenden Entodermzellen mit gleichgebildeten Flagellaten den grössten Werth legt, musste zu der Ansicht führen, dass die Spongien selbstständig von der flagellatenartigen Stammform der übrigen Metazoen sich abgezweigt hätten und dass die Metazoencharaktere der Spongien (Entwicklung

[1]) James Clark on the Spongiae ciliatae as Infusoria flagellata or observations on Leukosolenia botryoides. Mem. Boston Soc. I (1867), pag. 305, Tab. IX—X. Auch in Ann. and Mag., 4. Ser., I (1868), pag. 133, 188, 250, Tab. V—VII. — J. Clark: The American Spongilla a Craspedote Flagellate Infusorian. Amer. Journ. Sc., II, pag. 427. Auch in Ann. and Mag., 4. Ser., IX, pag. 71.

[2]) Saville Kent: Observations upon Prof. E. Haeckels Group of the Physemaria and on the affinity of the Sponges. In Ann. and Mag. I, 1878, pag. 1. — Saville Kent: Notes on the Embryology of Sponges. Ann. and. Mag., II (1878), pag. 139, Tab. VI, VII. — W. Saville Kent: A Manual of the Infusoria. London 1880—1882. Ref. in Quart. Journ. of Micr. Sc., Vol. 21, 1881, pag. 377—378.

durch ein Blastula- und Gastrulastadium, Differenzirung von Epithel- und Bindegewebsformen, Bildung von Sexualproducten) in Hinsicht auf die übrigen Metazoen nicht als homophyle Bildungen aufzufassen seien, sondern auf blosser Analogie beruhen. Eine solche Auffassung, welche, wie ich zugeben muss, durch das Vorhandensein eines Kragenrudiments an den Geisselzellen der Blastophaera eine Stütze gewinnt, hat Sollas[1]) formulirt und auch Bütschli[2]) hat dieselbe — unabhängig von Sollas — entwickelt, indem er sich äussert: „Ich bin der Ansicht, dass die Gruppe der Schwämme eine gegen die übrigen Metazoen ganz abgeschlossene ist, die durchaus selbstständig aus der Abtheilung der Choanoflagellaten (Sav. Kent) hervorging."

Grösseren Anklang hat, wie mir scheint, in neuerer Zeit eine Hypothese gefunden, welche durch Gründe ontogenetischer und physiologischer Natur gestützt wird und auf die Autorität von F. M. Balfour[3]) zurückgeht. Balfour bezieht sich fast ausschliesslich auf die Sycon-Entwicklung, welche uns durch Metschnikoff[4]), besonders aber durch die eingehenden Untersuchungen von F. E. Schulze[5]) in wünschenswerthester Weise bekannt geworden ist. Bei dem unklaren Eindruck, den uns die übrigen Arbeiten über Spongienentwicklung als Gesammtbild hinterlassen, legt sich Balfour die Frage vor. ob es nicht möglich sei, von dieser einzigen, genau beobachteten und durch das Zeugniss zweier hervorragender Gelehrter beglaubigten Entwicklungsgeschichte zu Schlüssen allgemeiner Natur zu gelangen. So erscheint ihm denn das Amphiblastula-Stadium von Sycon als die ontogenetische Recapitulation einer Stammform, welche den Uebergang von Protozoen zu Metazoen vermittelte, einer Protozoencolonie, bei welcher die Individuen der einen Hälfte sich zu nutritiven Formen und die der anderen

[1]) Sollas W. J.: Development of Halisarca lobularis. Quart. Journ Microsc. Sc., Vol. 24, Oct., pag. 603—621, pag. 612.

[2]) O. Bütschli: Bemerkungen zur Gastraeatheorie. Morph. Jahrb., IX. Bd., 1884, Taf. XX, pag. 424.

[3]) F. M. Balfour: On the Morphology and Systematic Position of the Spongida. Quart. Journ. of Micr. Sc., Vol. XIX, New Ser., 1879, pag. 103. — F. M. Balfour: A treatise on comparative Embryology. London 1880, Vol. I, pag. 122.

[4]) E. Metschnikoff: Zur Entwicklungsgeschichte der Kalkschwämme. Ztschr. f. wiss. Zool. Bd. XXIV, 1874. — E. Metschnikoff: Spongiologische Studien. Ztschr. f. wiss. Zool., Bd. XXXII, 1879.

[5]) F. E. Schulze: Ueber den Bau und die Entwicklung von Sycandra raphanus. Ztschr. f. wiss. Zool., Bd. XXV Suppl., 1875. — F. E. Schulze: Untersuchungen über den Bau etc. Die Metamorphose von Sycandra raphanus. Ztschr. f. wiss. Zool., Bd. XXXI, 1878.

Hälfte entsprechend der respiratorischen und locomotorischen Function differenzirt haben. Wenn diese freischwimmende Stammform schliesslich zur Festsetzung gelangte, so mussten die Geisselzellen, welche der locomotorischen Thätigkeit vorstanden, zum grössten Theile functionslos werden. Gleichzeitig hätten aber die amöboiden, nutritiven Zellen zu grossem Vortheile der Gesammtcolonie sich über eine möglichst grosse Oberfläche ausgedehnt. Daher kommt es, dass wir eine Larvenform finden, die einer echten Invaginationsgastrula ähnlich ist, bei der aber die Aussenschicht von nutritiven Zellen und die Innenschicht von Zellen gebildet ist, die vornehmlich der Respiration dienen. Für eine solche Auffassung lagen einige beweisende Momente physiologischer Natur vor. So hatte Metschnikoff[1]) durch seine Fütterungsversuche wahrscheinlich gemacht, dass die Function intracellulärer Verdauung vorwiegend in die Elemente des Mesoderms verlegt sei, welche Balfour von den grossen amöboiden Zellen der Amphiblastula ableiten zu können glaubte; ferner hatte Metschnikoff behauptet, dass bei einigen Silicospongien die Nahrungsaufnahme nicht durch die Wandbekleidung der Wimperkörbe, sondern durch das Plattenepithel des Canalsystems erfolge, welches Balfour vom Ektoderm, also von derselben Zellschicht aus entstehen liess.

Auch in späterer Zeit wurden Angaben beigebracht, welche sich im Sinne der Balfour'schen Hypothese verwerthen liessen. So die von Krukenberg[2]) beobachtete Contact-Einwirkung der Oberfläche von Spongien auf die Auflösung roher Fibrinfäden, ferner die von v. Lendenfeld[3]) beschriebene Aufnahme von Carminpartikelchen durch das ektodermale Plattenepithel von Aplysilla violacea, welche dem Mesoderm übergeben und von den Kragenzellen wieder ausgeschieden werden sollen. Daher denn auch Polejaeff[4]) in seiner schönen Monographie der Challenger-Calcispongien es für erwiesen hält, dass die Nahrungsaufnahme auf keinen Fall den Kragenzellen

[1]) E. Metschnikoff: Spongiologische Studien. Ztschr. f. wiss. Zool., Bd. XXXII, 1879, Taf. XX—XXIII, pag. 373.

[2]) C. Fr. W. Krukenberg: Vergleichend-physiologische Vorträge. II. Grundzüge einer vergleichenden Physiologie der Verdauung. Heidelberg 1882, pag. 51. — C. Fr. W. Krukenberg: Vergleichend-physiol. Studien, II. Reihe, 1. Abth., Heidelberg 1882, pag. 139.

[3]) R. v. Lendenfeld: Ueber Coelenteraten der Südsee. II. Neue Aplysinidae. Ztschr. f. wiss. Zool., XXXVIII. Bd., 1883, pag. 252.

[4]) M. Polejaeff: Report on the Calcanea dredged by H. M. S. Challenger during the years 1873—76, pag. 17. In Report on the Scientific Results of the Voyage of H. M. S. Challenger. Zoology. Vol. VIII, 1883.

zukomme, sondern es wahrscheinlich zu machen sucht, dass diese Function sämmtlichen Plattenepithelien eigen sei.

Nach meiner Ansicht war Balfour im Unrecht, als er kurzweg die Frage von der Hand wies, ob wir in der Amphiblastulalarve nicht vielleicht eine caenogenetisch veränderte Form vor uns haben. Ich halte sie in der That für eine solche und werde in dieser Ansicht bestärkt durch den Umstand, dass diese Larvenform sich nur bei den Calcispongien vorfindet. Auch hier kommt sie keineswegs allen Calcispongien zu, da Ascetta sich nach einem anderen Typus entwickelt. Uebrigens sind die Calcispongien vielleicht durchaus nicht so ursprüngliche Formen, als man gewöhnlich anzunehmen geneigt ist.

Eine weitere falsche Prämisse zu Balfour's Speculationen finde ich in der Annahme, dass die amöboiden, Pseudopodien aussendenden Zellen für die Function der Nahrungsaufnahme besser geeignet erscheinen, als die Geisselzellen der anderen Hälfte. Wir ersehen an dem Beispiele der Salpingocoeken und Codosigen, dass kragentragende Geisselzellen den Functionen der Nahrungsaufnahme und Verdauung ebensogut nachkommen, als jede beliebige Amöbe. Auch Polejaeff meint, die Geisselzellen der Wimperkörbe seien wohl nicht geeignet, Nahrungspartikelchen aufzunehmen, da sie die meisten durch ihre Geissel von sich wegpeitschen würden. Unsere Kenntniss vom Mechanismus der Geisselbewegung ist jedoch eine zu geringe, um über die Fähigkeiten der Kragenzellen irgend ein Urtheil abzugeben.

Ueberhaupt muss uns die festsitzende, gastrulaähnliche Stammform mit ihrer aus amöboiden Zellen bestehenden Aussenfläche als ein wenig lebensfähiger Organismus erscheinen. Unfähig sich Nahrungspartikelchen herbeizustrudeln, die fressende Oberfläche dem freien Wasser zukehrend, war sie auf jene Nahrung angewiesen, welche ihr durch einen Zufall zugeführt wurde.

Ausserdem findet sich in Balfour's Auseinandersetzung noch die Lücke, dass es schwer verständlich erscheint, auf welche Weise die amphiblastula-ähnliche Stammform dazugeführt wurde, die freischwimmende Lebensweise mit der sessilen zu vertauschen.

Betrachten wir die Oscarella-Entwicklung, welche ja im Wesentlichen mit den für Sycon raphanus gemachten Angaben übereinstimmt, so lässt sich daraus leicht eine ganz ungezwungene, hypothetische Anschauungsweise über die Stammformen, von denen die Spongien sich ableiten, gewinnen, wenn wir die Annahme machen, dass die durch die Einstülpung ge-

bildete Höhle der Gastralraum sei und dass die Zellen der eingestülpten Schicht, also bei Sycon die Geisselzellen, ursprünglich die nahrungsaufnehmenden Elemente waren. — Dann ergibt sich uns aus dem übereinstimmenden Bilde der Sycon- und Oscarella-Entwicklung die Vorstellung von einer gastrula-ähnlichen Stammform, welche die herumschwärmende Lebensweise aufgab, indem sie ihren Mund der Oberfläche eines festen Körpers anlegte, um auf diese Weise an der mit kleinen Organismen aller Art belebten Fläche von Steinen nach Nahrung zu suchen. Dabei mag anfangs die Locomotion nicht ganz aufgegeben worden sein, sondern die Bewegung in eine langsam kriechende sich umgewandelt haben. Die abgeflachte, mützenähnliche Form der Oscarella-Gastrula ist dieser Annahme nur günstig.[1]) — Wir müssen, um uns den weiteren Gang der Entwicklung klar zu machen, zwei Punkte in's Auge fassen: 1. dass bei Oscarella die Geisseln sowohl des Ektoderms als des Entoderms stets erhalten bleiben und 2. dass die Larve sich beim Festsetzen nicht mit dem ganzen Umkreis des Gastrula-Mundes festheftet, sondern nur mit einzelnen Punkten am Rande desselben, welche bald zu förmlichen Füsschen auswachsen. Dadurch werden wir zu einer sessilen Stammform geführt, welche mit einzelnen Punkten des Mundes festgeheftet war und sich dennoch nähren konnte, da durch die Wimperbewegung des Ektoderms stets Nahrungspartikelchen zugeführt wurden, welche durch die zwischen Unterlage und Mundrand gebliebene Spalte in den Mund gelangten. Am schwierigsten fällt es zu verstehen, auf welche Weise die so charakterisirte hypothetische Stammform der Spongien durch Entwicklung der Poren zu einer secundären Polystomie gelangte. Ich stelle mir vor, dass vielleicht ein Bedürfniss vorhanden war, dem in vom Munde entlegeneren Divertikeln des Magendarms angehäuften Inhalt von aussen frisches Seewasser beizumengen und dass sich so zuerst an Stellen, wo die Darmwand und die äussere Körperwand sich berührten, Diffusionsströme durch die Zellen beider Wände hindurch ausgebildet hätten, die dann bei der grossen Beweglichkeit des Gewebes bald zur Bildung von

[1]) Leider ist uns die Entwicklungsgeschichte des hochinteressanten Trichoplax, dessen Kenntniss wir F. E. Schulze (im Zool Anz., 6. Jahrg., Nr. 132, 1883, pag. 92) verdanken, noch völlig unbekannt, daher es kaum angeht, sich Hypothesen über seine Stellung zu machen. Vielleicht würde aus der Ontogenie dieses Thierchens hervorgehen, dass es zu der oben geschilderten Stammform der Spongien in näherer Beziehung steht. Obgleich Trichoplax nicht selten in den See-Aquarien des Wiener zoologischen Instituts auftritt, und ich ihn seit zwei Jahren verfolgte, konnte es mir doch nie gelingen, über seine Fortpflanzung irgend eine Beobachtung zu machen.

Poren führten. Nach dieser Ansicht hätten die Poren ursprünglich die Bedeutung von Respirationsöffnungen. Dass sie ihrer Lage nach geeigneter waren als der Gastrula-Mund, der Function als Mundöffnungen zu dienen und dass, nachdem sie diese Function übernommen hatten, die ursprüngliche Mundöffnung sich schloss, erklärt die ontogenetischen Vorgänge der betreffenden Stadien auf ungezwungene Weise. Unerklärt bleibt dabei freilich noch das erste Auftreten des Osculums, welches, wie die Entwicklungsgeschichte lehrt, durchaus den übrigen Poren nicht gleichwerthig, sondern eine Bildung sui generis ist, deren erstes Auftreten erst in eine spätere Periode fällt.

Die Besprechung der von Balfour aufgestellten Hypothese und die daran geknüpfte Darlegung unserer Muthmassungen über die Stammform der Spongien führt uns zur wichtigsten Frage, welche in Hinsicht auf die Stammverwandtschaft der Spongien noch zu entscheiden ist. Es ist dies die Frage nach der Homologie zwischen den beiden primären Keimblättern der Spongien und denen der übrigen Metazoen. Haben wir uns vorzustellen, dass sämmtliche Metazoen einschliesslich der Spongien einen einzigen auf wahre Blutverwandtschaft basirten Stamm darstellen oder müssen wir uns denken, dass jene höhere Stufe der Organisation, welche wir bei den Metazoen vorfinden, auf zwei verschiedenen Wegen und von zwei verschiedenen Ausgangspunkten aus erreicht wurde, wie Balfour, Bütschli und Sollas meinen? Leider lassen sich bis jetzt noch keinerlei beweisende Momente von überzeugender Kraft für die eine oder andere dieser Ansichten beibringen und fällt Alles, was wir hinsichtlich dieser Frage aussagen können, in's dunkle Gebiet hypothetischer Annahmen.

Von vorneherein werden wir uns natürlich der Ansicht zuneigen, dass sämmtliche Metazoen monophyletischen Ursprungs sind und nur durch wichtige, beweisende Momente uns vom Gegentheile überzeugen lassen. Denn da wir sehen, dass bei den Spongien die höhere Gestaltung ganz auf gleiche Weise erfolgt, wie bei den übrigen Typen, indem (wenigstens in zwei genauer beobachteten Fällen und vielleicht noch bei vielen anderen) durch Einstülpung eines Theils der Keimblase[1]) eine zweischichtige Larvenform ent-

[1]) Und zwar, wie ich muthmasse, des hinteren Poles. Ich darf jedoch nicht unerwähnt lassen, dass es mir nach einem auf Placina dilopha bezüglichen Präparat von Prof. F. E. Schulze sehr wahrscheinlich geworden ist, dass bei dieser Form die Auskleidung der Gastralhöhle vom vorderen, unpigmentirten Pole der schwärmenden Larve abstamme.

steht, welche durch ihre ganze Gestaltung als echte Gastrula bezeichnet werden muss, so werden wir geneigt sein, die durch Einstülpung gebildete Höhle als Urdarmhöhle in Anspruch zu nehmen, und dem gleichwerthigen Organ bei den anderen Metazoen als homolog zu erachten. Nichts würde uns in dieser Auffassung stören, wenn nicht Momente physiologischer Natur uns vorsichtig machen würden. Es ist dies die vielfach auftauchende Behauptung, dass die Derivate dieses inneren Keimblattes nicht der Nahrungsaufnahme dienen oder ihr wenigstens nicht allein vorstehen. Lendenfeld lässt die Nahrungsaufnahme vom Ektoderm allein geschehen, nämlich vom Plattenepithel der Subdermalräume und des zuführenden Canalsystems, während die Geisselkammern-Epithelien der Ausscheidung von Fäcalmassen dienen würden. Metschnikoff constatirt für Silicospongien, dass die Geisselkammern an der Nahrungsaufnahme gar nicht betheiligt sind, sondern dass dieselbe von den Plattenepithelien des Canalsystems besorgt werde. Dazu gestellt sich der einzige bisher mit assimilirbaren Stoffen angestellte Versuch von Krukenberg.

Uebersehen wir die in jüngster Zeit sehr angewachsene Literatur über Nahrungsaufnahme und intracelluläre Verdauung bei den Spongien, so müssen wir uns gestehen, dass die Frage, welche Gewebeschicht die nahrungsaufnehmende und welche die assimilirende ist, noch durchaus nicht spruchreif ist. Es scheinen für die verschiedenen Gruppen in der That verschiedene Verhältnisse vorzuherrschen. Meine eigene Erfahrung auf diesem Gebiete ist eine sehr fragmentarische. Wenn ich aber die Resultate einiger Fütterungsversuche mit Tusche- und Carminkörnchen anführen kann, so schienen mir bei Oscarella die Kragenzellen der Geisselkammern und bei Sycon raphanus die Kragenzellen der Radiärtuben vorwiegend mit der Function der Nahrungsaufnahme betraut, während ich bei Reniera in der That, wie Metschnikoff es angibt, das Mesoderm von Gewebsbalken, die gar keine Geisselkammern enthielten, dicht mit Carminpartikelchen erfüllt fand, welche offenbar durch das sie bedeckende Plattenepithel eingedrungen waren. Von einigem beweisenden Werthe in dieser Frage scheinen mir nur meine Fütterungsversuche an ganz jungen Oscarellen, bei denen sich eben das Osculum gebildet hatte, zu sein. Bei diesen fand ich im Ektoderm kein einziges Carminkörnchen, während jede Geisselkammerzelle mit Carminpartikelchen erfüllt war. In einzelnen Fällen fanden sich solche auch in den Elementen des Mesoderms, welche jedoch wegen der relativ geringen Anzahl von Zellen gewiss

zur Ernährung des Gesammtorganismus nur einen verschwindenden Beitrag leisten konnten. Durch diese Versuche wird also auf's Klarste bewiesen, dass wenigstens bei jugendlichen Oscarellen die durch Einstülpung gebildete innere Schichte der Function der Nahrungsaufnahme vorsteht, somit die von demselben umkleidete Höhle auch functionell als Darmhöhle zu betrachten ist.

Nachdem über die Aufnahme kleinster Nahrungspartikelchen bei Spongien bisher die widersprechendsten Angaben vorliegen, so sind wir nicht im Stande, aus denselben ein Argument von einiger Wahrscheinlichkeit für die Homologisirung der Keimblätter zu abstrahiren. Vielleicht haben — etwa in Folge der sessilen Lebensweise — sämmtliche Schichten der Spongien die Fähigkeit der Nahrungsaufnahme wiedergewonnen.

Ein weiterer Grund mag Balfour bei seinen Ideen vorgeschwebt haben, wenn er ihn gleich nicht ausspricht. Es ist ein in der ganzen Metazoenreihe verbreitetes Verhältniss, dass der Nahrungsdotter bei der Furchung wesentlich in jenen Furchungskugeln angehäuft wird, welche die Elemente des Entoderms und Mesoderms liefern. Bei Sycon scheint nun das umgekehrte Verhalten stattzufinden. Denn die grossen, grobkörnigen Zellen bilden die Aussenschicht des Gastrula-Stadiums. Es ist aber sehr fraglich, ob die Umwandlung jener Zellen, welche später zum Ektoderm werden, bei Sycon auf Anhäufung von Nahrungsdotterkörnchen zurückzuführen ist. Diese Veränderung tritt erst in verhältnissmässig späten Furchungsstadien auf, während die Furchung bis dahin Furchungskugeln von annähernd gleicher Grösse und Beschaffenheit geliefert hat, so dass wir diesen Process als einen modificirten Furchungsvorgang des äqualen Typus in Anspruch nehmen könnten.[1])

Bei der von Keller beobachteten inäqualen Furchung von Chalinula fertilis[2]) scheint dagegen der mit Nahrungsdotter erfüllte Theil der Furchungskugeln durch einen epibolischen Gastrulationsprocess zum Entoderm (und ein Theil davon indirect zum Mesoderm) sich umzuwandeln.

Wenn so die von der Physiologie und Embryologie der Spongien gelieferten Thatsachen durchaus keine beweisenden Gründe

[1]) Balfour selbst sagt in seinem Handbuche der vergl. Embryol. von Sycon: „Die Furchung ist etwas eigenthümlich, obgleich nur eine Modification der regulären Furchung."

[2]) C. Keller: Studien über Organisation und Entwicklung der Chalineen. Zeitschr. f. w. Zool., XXXIII. Bd., 1879, pag. 317, Taf. XVIII—XX.

gegen die homophyle Herkunft der Spongien und der übrigen Metazoen liefern, so kann ich auf ein Moment histologischer Natur, wie es das Vorhandensein eines Kragens an den Geisselzellen der Wimperkörbe ist, unmöglich so viel Gewicht legen, dass es mich bestimmte, die Spongien von allen übrigen Metazoen ihrem Ursprunge nach schon abzutrennen, um so weniger, als die Spongien in ihrem ganzen übrigen histologischen Verhalten grosse Uebereinstimmung mit den Metazoen höherer Typen aufweisen. Vor allem lege ich hier Gewicht auf die histologische Uebereinstimmung der der Bindesubstanzgruppe angehörigen Gewebe, welche sogar in einem Falle (bei Corticium [1]) zur Entwicklung einer dem echten Knorpel sehr nahestehenden Gewebsform führen kann. Was aber die Ausbildung eines Kragens bei den Epithelzellen in den Geisselkammern anbelangt, so haben wir unsern Standpunkt schon oben kurz gekennzeichnet. Alles deutet darauf hin, dass wir die Stammform sämmtlicher Metazoen uns als Flagellatencolonie vorzustellen haben. Nun ist die Fähigkeit, eine kragenähnliche Peristombildung zur Entwicklung zu bringen, vielleicht von der gemeinsamen Stammform der Spongien und der übrigen Metazoen vererbt worden und nur mehr bei den Spongien zur Entwicklung gekommen. Wir sind so durchaus nicht genöthigt, die Stammform sämmtlicher Metazoen unter den Choanoflagellaten zu suchen, da ja kragenähnliche Peristombildungen auch manchen anderen Flagellatenformen zukommen, was darauf hindeutet, dass die Möglichkeit der Entwicklung einer solchen Bildung in der Gruppe der Flagellaten eine verbreitete ist.

Auch auf das Vorkommen von Kragenzellen bei den Blastulae der Spongien, wie es von Haeckel, O. Schmidt, Barrois, Sav. Kent und mir beobachtet ist, möchte ich in dieser Hinsicht nicht zu viel Gewicht legen. Ich betrachte diese Erscheinung als das frühzeitige Auftreten eines der ausgebildeten Form zukommenden histologischen Charakters, dem aber keine directe phyletische Bedeutung beizumessen ist. Wir sehen, dass die Larvenformen in überraschend frühen Entwicklungsperioden das histologische Gepräge des Typus, dem sie zugehörigen, an sich tragen. So entwickeln die schwärmenden Planulae der Coelenteraten in diesem frühen Stadium schon Nesselkapseln. Ein noch eclatanteres Beispiel bietet uns der Nauplius der Crustaceen, welcher seiner histo-

[1]) F. E. Schulze: Untersuchung über den Bau etc. X. Mittheilg. Corticium candelabrum O. Schm. Ztschr. f. w. Zool., XXXV. Bd., 1881, pag. 410, Taf. XXII.

logischen Differenzirung nach schon durchaus die arthropodenmässige Ausbildung zeigt. Solche Beispiele müssen uns vorsichtig machen hinsichtlich der Verwerthung einzelner histologischer Charaktere nach der phyletischen Richtung.

So können wir unsern Standpunkt denn dahin präcisiren, dass wir an dem monophyletischen Ursprung sämmtlicher Metazoen (die Spongien eingerechnet) vor der Hand noch festhalten. Wir betrachten daher die Spongien als echte Metazoen und die beiden primären Keimblätter dieser Gruppe als wahrhaft homolog denen der höheren Typen. Wenn wir diese Ansicht als eine vorläufige hinstellen, so ist damit angedeutet, dass wir die Möglichkeit nicht ganz abweisen, dass beweisende Gründe gegen unsere Ansicht noch beigebracht werden könnten und dass wir bei der Aufstellung desselben mehr der Wahrscheinlichkeit folgten und nicht auf Beweise von unumstösslicher Kraft uns stützen konnten. Jedenfalls scheinen uns aber die für eine Gegenüberstellung der Spongien und der anderen Metazoen bis jetzt beigebrachten Gründe nicht genügenden Werth zu haben.

Mit viel grösserer Sicherheit können wir an die Behandlung der zunächst sich anschliessenden Frage gehen, ob die Spongien dem Typus der Coelenteraten unterzuordnen seien. Wir haben schon oben manches auf diese Frage Bezügliche beigebracht und zum Theil auch Sav. Kent für uns sprechen lassen. An diesem Orte seien nur die hauptsächlichsten Gründe angeführt, welche uns gegen eine solche Zutheilung zu sprechen scheinen:

1. Die Entwicklungsgeschichte lehrt, dass die Art und Weise der Festsetzung einen diametralen Gegensatz zwischen beiden Gruppen begründet. Während die Gastrula, wo sie bei Coelenteraten beobachtet wurde, sich mit dem aboralen Pole festheftet und die bleibende Mundöffnung an jenem Pole entwickelt wird, welcher durch den Gastrula-Mund bezeichnet wurde, setzen sich die Spongien mit dem Gastrula-Mundrand an die Unterlage fest und die Stelle, an welcher später das Osculum zum Durchbruche kommt, entspricht somit dem aboralen Pole der Gastrulalarve. Daraus geht hervor, dass das Osculum dem Mund der Coelenteraten nicht homolog ist; daher auch der letzte Grund hinfällig geworden ist, demselben noch künftighin diese ganz unpassende Bezeichnung zu belassen. Dass die radiären Septen, welche bei Einleitung der Geisselkammerbildung auftreten,

denen der Anthozoen nicht zu homologisiren[1]) sind, bedarf kaum ausführlich erörtert zu werden.

2. Zahlreiche histologische Momente zeigen einen typischen Unterschied beider Gruppen. Derselbe ist zum Theil — wie Sav. Kent ganz richtig bemerkte — begründet auf dem geringen Grad der Entwicklung, welche den Functionen der animalen Sphäre bei den Spongien zukommt. So sehen wir denn im Anschluss an die Abwesenheit von Greiforganen (Tentakeln) auch keine wahren Muskelfasern zur Ausbildung kommen; denn die contractilen faserförmigen Zellen, welche in der Umgebung der Poren, in der Wand von Wassercanälen, in sphincterartigen Oscularmembranen gefunden wurden, können wir nicht als echte Muskelfasern in Anspruch nehmen, da in denselben die contractile Substanz noch nicht zur gesonderten Ablagerung gekommen ist. Ebenso unwahrscheinlich ist uns das Vorhandensein eines wirklichen Nervensystems. Lendenfeld hat nach unserer Ansicht den vollen Beweis für die nervöse Natur der von ihm gefundenen Zellformen noch nicht erbracht.

So finden wir denn bei Spongien die Function der Bewegung, abgesehen von der Contractionsfähigkeit des Zellleibes — wahrscheinlich — sämmtlicher Gewebsformen, in ihrer höchsten Ausbildung als Flimmerbewegung zur Erscheinung kommen.

Ein weiteres Moment histologischer Natur, welches immerhin nicht ohne Bedeutung ist, ist der Mangel der Nesselkapsel bei den Spongien. Die Entwicklung von Nesselkapseln gehört zu den typischesten Charakteren der Coelenteraten s. str.[2]) Dass Nesselkapseln sich auch sporadisch bei Formen anderer Typen vorfinden, kann an dieser Thatsache nichts ändern, denn ein in weiterer Verbreitung sporadisch vorkommendes Merkmal kann ganz wohl in einer einzigen Gruppe zum typischen werden. Alle Versuche, diesem Unterscheidungsmerkmale seine Wichtigkeit zu benehmen, scheinen mir daher vergeblich.

3. Einen weiteren Unterschied, der freilich von nicht so be-

[1]) Wie Marshall zu meinen scheint.

[2]) Die Stellung der Ctenophoren ist noch immer nicht völlig präcisirt. Wir lassen sie daher bei unseren Betrachtungen völlig ausser Augen und verwenden die Bezeichnung Coelenteraten s. str. für gleichbedeutend mit Cnidarier. Diese bilden in der That einen abgeschlossenen Typus, zu welchem die Ctenophoren wahrscheinlich nur in entfernteren verwandtschaftlichen Beziehungen stehen. Die Ansicht, dass die Ctenophoren sowohl, als die Spongien vom Typus der Coelenteraten auszuscheiden seien, habe ich zuerst von Hatschek aussprechen hören, wie ich denn überhaupt dem Umgange mit diesem Forscher vielfache Anregung und Förderung verdanke.

deutendem Gewichte erscheint, wie die beiden obenangeführten, finden wir in der Ausbildung der Nebenaxen. Es ist dies ein Punkt, der in den meisten Darstellungen der verwandtschaftlichen Verhältnisse der Spongien völlig übersehen wurde. Während bei den Coelenteraten stets Nebenaxen in bestimmter Zahl zur Anlage gelangen, zeigen die Spongien in der Regel den reinen monaxonen, heteropolen Bau mit unbestimmter Anzahl, resp. unendlich vielen Nebenaxen; denn auch in jenen Fällen, in welchen die Zahl der Nebenaxen eine beschränkte ist — wie zum Beispiel bei den Larven im Stadium der Geisselkammeranlage — unterliegt meist die Zahl der Nebenaxen individuellen Variationen. Allerdings finden sich bei Spongien einzelne Fälle von radiärem Bau (radiärer Symmetrie, Selenka, F. E. Schulze), wie uns denn Selenka[1]) und F. E. Schulze[2]) solche kennen gelehrt haben. Es ist aber klar, dass dieselbe in einzelnen Gruppen selbstständig erworben wurde. Ich schliesse mich ganz an Selenka an, welcher von seiner Tetilla sagt: „Die Radiärsymmetrie ist wohl nur durch die Entwicklung eines Wurzelschopfes hervorgerufen und bedingt und noch wenig consolidirt. Es stellt demnach diese Form wahrscheinlich eines der Endglieder in der Reihe der Kieselschwämme dar, bei welchem die Radiärsymmetrie sich neu herausgebildet hat und zu einer gewissen Constanz gelangt ist“ (l. c. pag. 469). Wenn wir also die Abwesenheit von Nebenaxen in bestimmter Anzahl bei Spongien auch nicht als durchgreifendes Unterscheidungsmerkmal hinstellen können, so werden wir ihm doch einen gewissen Werth nicht absprechen können, insoferne durch diesen bei der überwiegenden Zahl der Fälle sich vorfindenden Mangel ein geringerer Grad morphologischer Entwicklung zum Ausdruck gelangt.

Diese Thatsachen haben in mir die Ueberzeugung befestigt, dass die Reihen von Ahnenformen der Spongien einerseits und der Coelenteraten andererseits nur nahe an ihrer Wurzel zusammenhängen und dass daher beide Stämme nur in einem entfernteren verwandtschaftlichen Verhältniss zu einander stehen. Thatsächlich lehrt

[1]) Selenka E.: Ueber einen Kieselschwamm von achtstrahligem Baue und über Entwicklung der Schwammknospen. Ztschr. f. w. Zool., XXXIII. Bd., 1880, pag. 466, Taf. XXVII und XXVIII.

[2]) F. E. Schulze: Ueber radiäre Symmetrie bei Spongien. Tagblatt der 55. Versammlung deutscher Naturf. und Aerzte in Eisenach vom 20. Sept. 1882, pag. 199. (Auszug im Zool. Anz., 1882, Nr. 122, pag. 532.)

uns die Entwicklungsgeschichte, dass beiden Gruppen nur die Stadien der Blastula und der Gastrula gemeinsam sind, dass aber von dieser Stufe an die Ausbildung beider Typen gesonderte Wege geht.

Darauf gründet sich meine Ansicht, es seien die Spongien aus dem Typus der Coelenteraten auszuscheiden, und man müsse diese Thiergruppe als die Repräsentanten eines eigenen Typus ansehen, der unter allen Metazoen auf der niedersten Stufe der Ausbildung stehen geblieben ist. Ich schlage vor, für diesen Typus den von Grant[1]) und Rymer Jones[2]) zuerst angewendeten Namen der Poriferen, welcher in neuerer Zeit wieder mehrfach in Aufnahme gekommen ist, beizubehalten, da derselbe die Hindeutung auf ein wichtiges, charakteristisches Merkmal der Spongien enthält, nämlich auf die in Folge der Festsetzung noch erfolgtem Verschluss des Gastrulamundes secundär zur Entwicklung gekommene Polystomie.

Es gereicht mir zur grossen Freude, zu sehen, dass die oben von mir geäusserten Ansichten hinsichtlich der Stellung der Spongien sich fast decken mit denen, welche F. E. Schulze in seiner Schrift „Ueber das Verhältniss der Spongien zu den Choanoflagellaten“[3]) ausgesprochen. Meine oben gegebene Erörterung war bereits in der vorliegenden Form abgefasst, als ich zur Kenntniss dieses sehr interessanten Aufsatzes gelangte, dessen Schlusssätze (pag. 12) ich wörtlich anführe:

„Für die Beurtheilung des Verwandtschaftsverhältnisses der Spongien zu den Cnidariern wird die Berücksichtigung der Larven ebenfalls von grosser Bedeutung und jedenfalls nicht minder wichtig sein, als die bisher vorwiegend geübte Vergleichung der ausgebildeten Thiere. Trotz der Geringfügigkeit unserer Kenntnisse von den beiderseitigen Larven und der Art ihrer Metamorphose können wir doch schon so viel behaupten, dass der Unterschied zwischen den freischwimmenden Flimmerlarven der Spongien einerseits und der Cnidarier andererseits im Allgemeinen nicht bedeutender ist, als zwischen den verschiedenen Spongienlarven untereinander. Niemand wird von einer ihm nicht schon speciell be-

[1]) R. E. Grant: Outlines of comparative Anatomy, London 1835—1841.

[2]) T. Rymer Jones' Artikel „Porifera“ in Todd's Cyclopaedia, IV., 1847, pag. 64.

[3]) Franz Eilhard Schulze: Ueber das Verhältniss der Spongien zu den Choanoflagellaten. Sitzungsbericht der kgl. preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin vom 19. Februar 1885.

kannten Flimmerlarve, welche er zufällig im Meerwasser antrifft, mit Sicherheit aussagen können, ob es eine Spongien- oder eine Cnidarier-Larve ist.

„Erst nach der Metamorphose zeigen sich jene principiellen Differenzen der Organisation, durch welche wir beide Gruppen leicht und scharf von einander trennen können.

Dadurch sind wir meines Erachtens zu der Annahme berechtigt, dass die Divergenz beider Linien dicht vor jenem phylogenetischen Entwicklungsstadium begann, welches der zur Metamorphose reifen Flimmerlarve entspricht.

Welche Höhe der Organisation aber erreicht wurde, bevor die Trennung wirklich stattfand, wird schwerer zu entscheiden sein.

Für Marshall's oben erwähnte Hypothese, dass den gemeinsamen Ahnen der Spongien und Cnidarier radiär geordnete Mesenterialtaschen, Tentakel mit Nesselkapseln und indifferente Wasserporen zukommen, finde ich in der Entwicklungsgeschichte keinen ausreichenden Grund."

Aus dem Gesagten geht hervor, dass ich mit der Auffassung A. Goette's[1]) im Allgemeinen nicht übereinstimme. Allerdings scheint nach den gleichlautenden Beobachtungen Metschnikoff's[2]) für Esperia, Marshall's[3]) für Reniera filigrana und Goette's für Spongilla fluviatilis für die Gruppe der Kieselschwämme ein Platzen des Ektoderms und ein partienweises Blossliegen des darunter befindlichen Parenchyms sichergestellt zu sein. Dennoch kann ich einem auf diese Gruppe beschränkten Vorkommen keine Bedeutung hinsichtlich unserer Auffassung der Spongien im Allgemeinen zuschreiben. Die Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte der Kalkschwämme — in welcher Gruppe bis jetzt die genaueste und zusammenhängendste Kenntniss der Ontogenese erreicht wurde — stimmen darin überein, dass das oberflächliche Plattenepithel aus dem Ektoderm der Larve sich direct herausbildet, und das Wenige, was ich bisher von Calcispongienentwicklung gesehen habe, hat in mir die Ansicht von der Richtigkeit dieser Angaben nur bestärkt. Ebenso kann ich für Oscarella auf das Bestimmteste versichern, dass das Ektoderm

[1]) A. Goette: Ueber die Entwicklung der Spongillen. Zool. Anzeiger, VII. Jahrgang, 1884, Nr. 183, pag. 676; Nr. 184, pag. 703.

[2]) E. Metschnikoff: Zur Entwicklungsgeschichte der Kalkschwämme. Ztschr. f. wiss. Zool., XXIV. Bd., 1884, pag. 10, Anm.

[3]) William Marshall: Ontogenie von Reniera filigrana O. Schm. Ztschr. f. wiss. Zool., XXXVII. Bd., 1882, pag. 221.

vom Gastrula-Stadium angefangen bis zur vollendeten Entwicklung in seiner ganzen Continuität erhalten bleibt. Jede Theorie über den Bau der Spongien wird daher mit dieser primären, einen wesentlichen Bestandtheil des Spongienkörpers ausmachenden Schichte rechnen müssen.

Wenn ich zum Schlusse noch die Frage nach der Individualität bei den Spongien berühre, so geschieht dies nur, weil bis in die neueste Zeit hie und da die Ansicht ausgesprochen wurde, es sei in der Geisselkammer das Individuum des Spongienkörpers zur Entwicklung gekommen. In diesem Sinne haben sich Hyatt[1]) und Merejkowsky[2]) ausgesprochen. Nach Allem, was über die Entwicklungsgeschichte der Geisselkammern durch Keller, Marshall und mich bekannt geworden ist, kann es keinem Zweifel unterliegen, dass dieselben nur aus Darmdivertikeln entstandene Organe repräsentiren, welche ihre Unterordnung gegenüber dem Spongienkörper als Ganzen niemals aufgeben. Es ist auch klar, dass wir eine Spongie von monaxon heteropolem Baue mit endständigem Osculum und centralem Hohlraume, um welchen sich die Geisselkammern peripherisch gruppiren (wie uns eine solche in dem letzten der von uns betrachteten Entwicklungsstadien oder auch in einem einfachen Sycon gegeben ist) als Individuum ansprechen müssen, da dasselbe sich von der Flimmerlarve herleitet, ohne dass ein Knospungsprocess oder sonst ein Fortpflanzungsprocess eingeschoben wäre, der uns zur Ansicht führen könnte, dass wir ein aus mehreren Individuen zusammengesetztes Wesen vor uns haben. Schwieriger ist die Frage nach der Begrenzung des Einzelindividuums in Fällen, wo durch solche Processe der Schwammkörper zu einem vielgestaltigen geworden ist. Die Anzahl der Oscula kann uns hier nicht mehr leiten, da wir sehr wohl einen Spross mit centraler Höhle als Individuum ansehen können, wenn auch noch kein terminales Osculum zur Entwicklung gekommen ist. Immerhin werden wir aber auch solche Formen als Colonien von mangelhaft gesonderten Einzelindividuen ansehen können und der Nothwendigkeit nicht Raum geben, mit Oscar Schmidt[3]) in den Spongien Animalia impersonalia zu erblicken.

[1]) Hyatt: Proc. Boston Soc. Nat. hist., Vol. 19, 1876, pag. 12—17.

[2]) Merejkowky: Études sur les éponges de la mer blanche. Mém. Acad. St.-Pétersbourg, T. XVI, pag. 13. Vgl. Leuckert: Bericht etc. Archiv für Naturgeschichte, 46. Jahrg., 1880, pag. 619.

[3]) O. Schmidt: Die Spongien des Meerbusens von Mexico. I. Heft. pag. 14—17.

Tafelerklärung.

Die Vergrösserung der Figuren 10, 12, 13 und 17 beträgt $^{160}/_{1}$, die der Figuren 14, 15, 16 und 18 beträgt $^{240}/_{1}$. Die Figuren 11 und 20 sind bei geringeren Vergrösserungen gezeichnet.

Taf. I.

Fig. 1. Larve des Blastosphaerastadiums. Oberflächenansicht: a hyaliner Gürtel.

Fig. 2. Dieselbe, in optischem Durchschnitte: a hyaliner Gürtel.

Fig 3. Zellen vom gelben Pole des Blastosphaerastadiums; nach dem lebenden Objecte gezeichnet.

Fig. 4. Dieselben vergrössert.

Fig. 5. Zellen aus der Zone des hyalinen Exoplasmas, mit einer zwischen gelagerten, geissellosen Zelle mit hohem Kragen; nach dem lebenden Object gezeichnet.

Fig. 6. Zellen vom rothen Pole des Blastosphaera-Stadiums.

Fig. 7. a—m. Einzelne Zellen der Blastosphaera; nach Osmiumbehandlung, isolirt.

Fig. 8. a—c. Zellen mit starklichtbrechender Geisselwurzel. Osmiumbehandlung.

Fig. 9. Geissellose Zellen mit hohem Kragen.

Fig. 10. Mützenförmiges, festsitzendes Gastrulastadium, von der aboralen Seite gesehen.

Fig. 11 und 12. Stadien mit beginnender Verengerung des Gastrula-Mundes, von der oralen Seite gesehen. gm. Rand des Gastrula-Mundes. en. Aussencontour des Entodermsackes.

Fig. 13 und 14. Stadien mit vorgeschrittener Verengerung des Gastrula-Mundes und mit peripherischen Faltungen des Entoderms (f). Von der oralen Seite gesehen. Entsprechend dem Schema auf Taf. III, Fig. 21.

Taf. II.

Fig. 15. Stadium mit auftretender Radialfaltung des Entoderms. Entsprechend dem Schema auf Taf. III, Fig. 22 und zum Theil schon Fig. 23; a. Stelle, an welcher die beginnende Quertheilung des geknickten Entoderm-Wulstes zu erkennen ist.

Fig. 16. Stadium mit dem Verschlusse nahem Gastrula-Munde und ziemlich vorgeschrittener Geisselkammerbildung. Von der basalen Seite gesehen. Entsprechend dem Schema auf Taf. III, Fig. 24. a. Spaltförmiger Umriss des dem Verschlusse nahen Gastrula-Mundes.

Fig. 17. Stadium der definitiven Formirung der Geisselkammern. Von der aboralen Seite gesehen.

Fig. 18. Stadium mit Ocular-Fortsatz und Osculum. α Kittsubstanz an der Basis der Füsschen. Os Osculum.

Fig. 19. Optischer Durchschnitt durch ein Füsschen und die basale Lamelle desselben Stadiums. An der basalen Entodermlamelle eine abnorme Geisselkammeranlage (β). α Kittsubstanz an der Basis der Füsschen.

Fig. 20. Stadium mit Ocularfortsatz und durchgebrochenem Osculum, von oben gesehen; bei schwächerer Vergrösserung. Os Osculum.

Taf. III.

Fig. 21, 22, 23 und 24. Schemata der Geisselkammerbildung. α Gastrulamund. rand. β Aussencontour der Larve. γ Aussencontour des Entodermsackes.

Fig. 25. Schnitt durch ein festgesetztes, mützenförmiges Gastrulastadium (Taf. I, Fig. 10).

Fig. 26. Schnitt durch ein der Fig. 13 auf Taf. I entsprechendes Stadium.

Fig. 27. Schnitt durch ein der Fig. 15 auf Taf. II entsprechendes Stadium.

Fig. 28. Schnitt durch ein ähnliches nur weiter vorgeschrittenes Stadium.

Fig. 29. Schnitt durch das in Fig. 16 auf Taf. II abgebildete Individuum.

Fig. 30. Schnitt durch ein Stadium der definitiven Formirung der Geisselkammern. a. osculare Entodermplatte. b. basale Entodermlamelle.

Fig. 31. Schnitt durch ein Stadium mit vollendetem Osculum (os).

Fig. 32 und 33. Stellen aus Schnitten, die der Fig. 25 derselben Tafel entsprechen, den Uebergang des Ektoderms in die Form des cubischen Epithels zeigend.

Fig. 1

Fig. 2.

Fig. 3

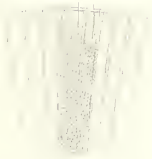


Fig. 6

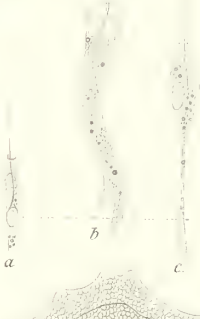


Fig. 7

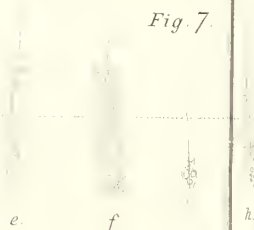


Fig. 4.

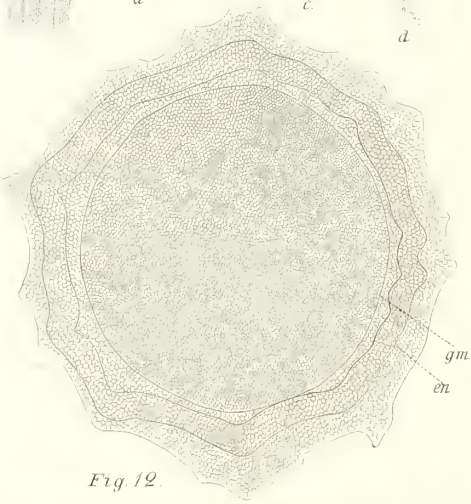


Fig. 5.

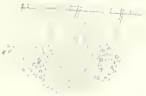


Fig. 12.

K. Heider del.

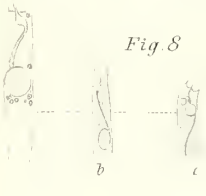
Verlag v. Alfred Hölder K.k.

Fig. 10.

Fig. 11.

Fig. 14.

Fig. 8



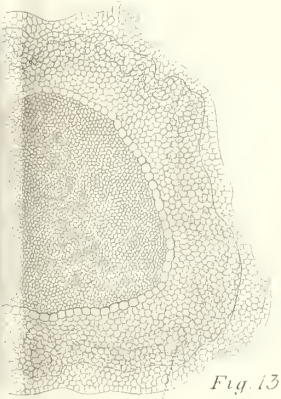


Fig. 13.

Fig. 9.

Universitäts-Buchhandler in Wien

Lith. Anst. v. Werner & Winter Frankfurt a. M.

Fig. 15.

Fig. 19.

Fig. 17.

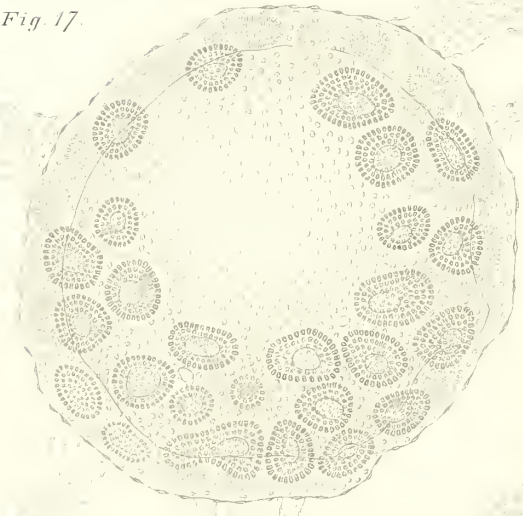
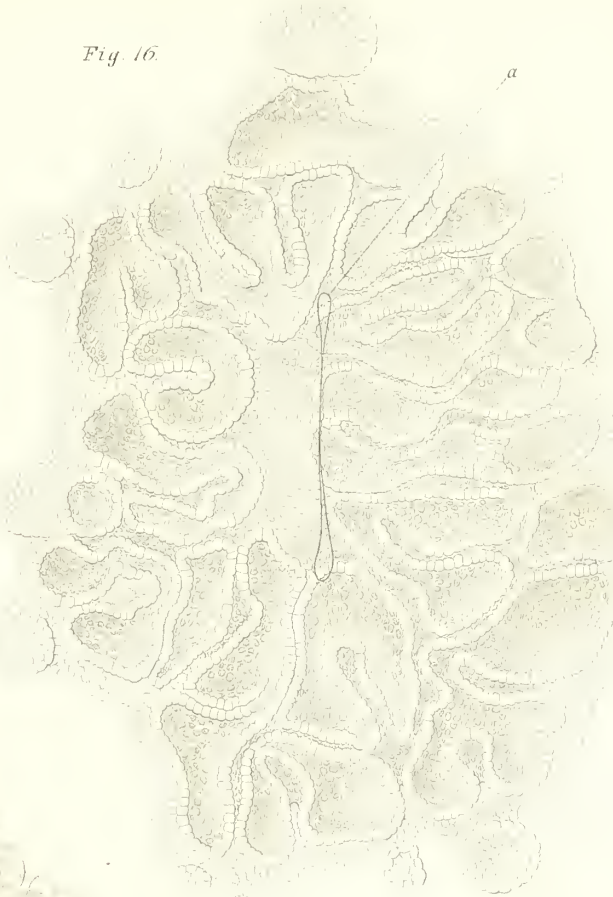


Fig. 1

Verlag v. Alfred Hölder (K.)

Fig. 16.



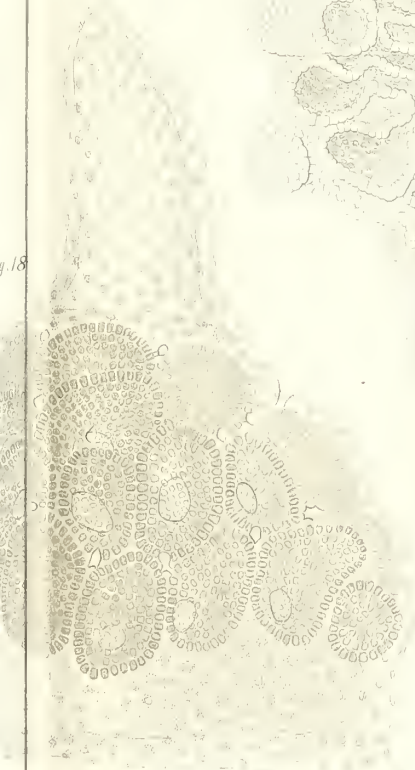


Fig. 20.

Universitäts-Buchhandlung in Wien.

Fig. 21.

Fig. 22.

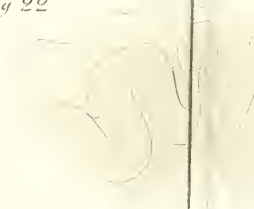


Fig. 24.

Fig. 28.

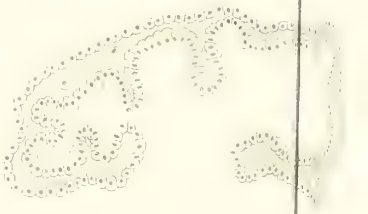


Fig. 25.

Fig. 29.

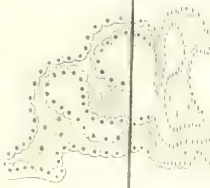


Fig. 26.

Fig. 32.

Fig. 27.

Fig. 23.

Fig. 30.

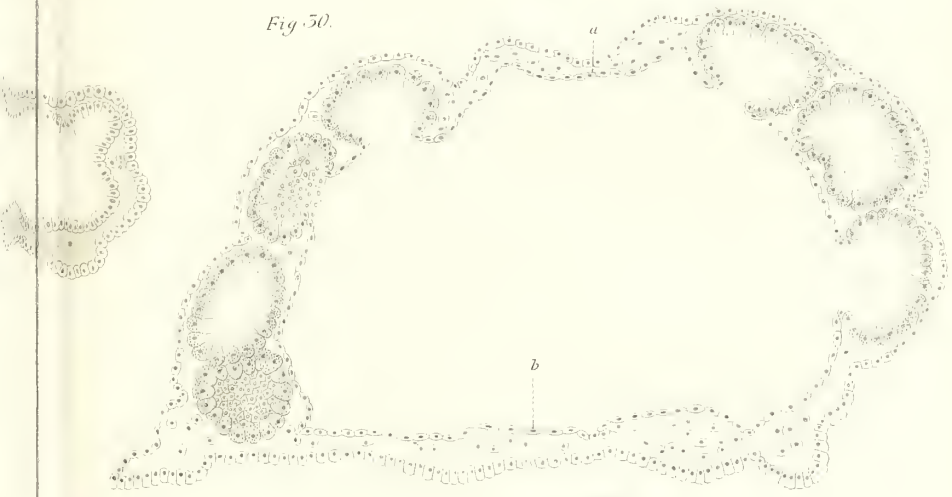


Fig. 31.

Fig. 33.

Medusologische Mittheilungen.

Von

El. Metschnikoff.

(Mit 2 Tafeln.)

Die vorliegenden skizzenhaften Bemerkungen sollen hauptsächlich dazu dienen, um mit denjenigen Repräsentanten der mediterranen Medusenfauna bekannt zu machen, welche ich in den letzten Jahren auf ihre Entwicklung untersucht habe.[1]) Die in der Wissenschaft existirende grenzenlose Verwirrung der Medusensystematik macht eine derartige Revision durchaus unentbehrlich, zumal es sonst späteren Beobachtern kaum möglich werden dürfte, die untersuchten Arten wieder zu erkennen. Da mir manche literarische Hilfsmittel und namentlich Vieles aus der älteren Literatur fehlt, so muss ich mehr Gewicht auf die Kennzeichen der von mir untersuchten Medusen, als auf deren Bezeichnungen — die ja auch sonst zum grossen Theile nur provisorisch sind — legen. Bei Gelegenheit der Besprechung mancher mediterranen Medusen schalte ich einige Notizen auch über solche Formen ein, welche mir kein embryologisches Material geliefert haben. So will ich zunächst den Leser auf die von mir ein paar Mal im Jänner und Februar 1883 in Messina gefischten geschlechtsreifen Velellamedusen aufmerksam machen. Da die Entwicklungsgeschichte der Velelliden uns manche principielle Fragen über Siphonophoren zu lösen hilft, und da die Untersuchung darüber wahrscheinlich schrittweise erfolgen wird, so muss jeder auch noch so kleine Beitrag nicht unwillkommen sein. Die kürzlich von den Stolonen abgelösten Velellamedusen sind

[1]) Die Resultate dieser embryologischen Arbeit werden in Hölder's Verlage in Wien erscheinen.

bereits mehrmals, noch neuerdings von Alex. Agassiz[1]) beschrieben worden. Sämmtliche dort angegebenen Merkmale finden sich auch bei den von mir beobachteten Medusen wieder. Es handelt sich um eine kleine, vierstrahlige, glockenförmige Qualle, deren Asymmetrie durch die Ausbildung nur eines Tentakels documentirt wird (Fig. 1, 2); die drei übrigen Tentakeln bleiben in Form äusserst kleiner höckerförmiger Rudimente. Die Geschlechtsorgane entstehen an den vier Seiten des mittleren Abschnittes der Magenwand als locale Ektodermverdickungen (Fig. 1 g). Bei Männchen entwickeln sich dieselben zu vier gleich grossen Hoden (Fig. 2 t), welche so weit in die Magenhöhle hineinragen, dass sie sich oft ganz berühren. Diese grauweissen Drüsen enthalten im reifen Zustande eine ausserordentliche Menge Zoospermien, deren birnförmigen Köpfchen je einen verlängerten Kern und eine körnchenreiche Protoplasmamasse besitzen (Fig. 3). Im weiblichen Geschlechte bleiben drei Genitalanlagen im rudimentären Zustande stehen (Fig. 4 g), während sich die vierte zu einem, ein einziges Ei bergenden Eierstock entwickelt. Die verhältnissmässig recht grosse Eizelle zeichnet sich durch ihren scharlachrothen Dotter aus und bleibt aus einer von Zellen bestehenden Kapsel umgeben. Das fein granulirte Ektoplasma des Eies macht deutliche amöboide Bewegungen, während das mächtigere Endoplasma durch ansehnliche Dotterkörner ausgefüllt wird (Fig. 5). Einen Kern konnte ich in den so weit entwickelten Eiern nicht finden, woraus natürlich auch nicht auf dessen wirkliche Abwesenheit geschlossen werden darf.

Die grösste Aehnlichkeit mit der Velellameduse zeigt das von Keferstein und Ehlers[2]) in Messina gefundene Rhabdoon singulare. Wäre dieses Thier nicht mit zwölf Nesselrippen versehen, so würde ich an der Identität beider nicht zweifeln. Ob die von Gegenbaur[3]) als Chrysomitra striata beschriebene Meduse wirklich in den Kreis der Velellen gehört, müssen spätere Untersuchungen entscheiden. Sollte sich die Meinung Gegenbaur's bestätigen, dann wird sich ergeben, dass die von mir beobachtete Meduse, obwohl vollständig geschlechtsreif, morphologisch

[1]) Exploration of the surface fauna of the gulf stream. III. Part. I, 1883, pag. 4 ff., Taf. II.

[2]) Zoologische Beiträge. 1861, pag. 86, Taf. XIII, Fig. 6.

[3]) Versuch eines Systemes der Medusen. Zeitschrift f. wiss. Zool. Bd. VIII, 1857, pag. 232; Taf. VII, Fig. 10, 11.

eine Jugendform repräsentirt, wie es ja bei Medusen keine so seltene Erscheinung zu sein scheint, dass Jugendstadien bereits Geschlechtsstoffe erzeugen.

Aus der Gruppe der Tubulariden (Anthomedusen) habe ich in embryologischer Beziehung drei Formen untersucht, welche zu den charakteristischesten Repräsentanten gehören und genügend bekannt sind, um irgend welche Missverständnisse hervorzurufen. Es ist vor Allem Tiara pileata Al. Agassiz, welche ich sowohl in Villafranca (1870—1885), als in Neapel (1880) und Messina (1882/3) fand. Dann beobachtete ich die Oceania armata Kölliker (Turritopsis armata Haeckel), welche ich ebenfalls in allen drei eben erwähnten Orten fischte. Ich behalte den von Kölliker gegebenen Namen als den älteren bei und finde überhaupt keinen Grund, die Gattung Oceania nach dem Vorschlage Haeckel's gänzlich zu verbannen. Diese Art ist wahrscheinlich mit Oceania flavidula Péron identisch, zumal sie ebenfalls bei Nizza (in Villafranca) vorkommt; nur wage ich nicht diesen Namen zu gebrauchen, da mir die Originalabhandlung des französischen Autors unzugänglich ist. Die dritte von mir untersuchte Tubulariде ist Rathkea fasciculata Haeckel, welche mit Lizzia Köllikeri Geg. identisch ist und welche ich häufig in Messina und in Villafranca beobachtete.

Aus der Gruppe der Campanularien will ich zunächst der Laodice cruciata L. Ag. erwähnen, welche zu den häufigsten Medusen in Villafranca gehört und von mir bis zur Bildung des Cuspidellahydrarium's verfolgt wurde. Diese von Gegenbaur unter dem Namen Thaumantias mediterranea beschriebene und gut abgebildete Meduse halte ich für hinreichend bekannt, um nochmals auf ihre Kennzeichen zurückzukommen. Dagegen will ich etwas ausführlicher eine — obwohl auf ihre Entwicklung gar nicht untersuchte — Tiaropside beschreiben welche ich ein einziges Mal (im December 1882) in Messina fand und welche insofern nicht uninteressant ist, als sie die Thaumantiden mit den Mitrocomiden als Medusen, welche ganz ähnliche Hydrarien besitzen, verbindet.

Unser Thier, welches ich provisorisch als Tiaropsis mediterranea nov. sp. bezeichnen will, erscheint in Form einer etwa halbkugeligen Meduse von 7 Mm. im Durchmesser und von 5 Mm. in die Höhe (Fig. 6). Die stark entwickelte Gallerte ist ziemlich weich und biegsam; der konisch herabhängende Magen reicht nicht bis zum Volarrande; am Körper der Meduse fallen

die vier länglichen gelblichgrauen Genitalschläuche, sowie zwei radiale biegsame Tentakeln auf. Ausser den letzteren gibt es noch zwei viel kleinere radiale Tentakeln, sowie zwanzig (je fünf in einem Antimer) ganz kleine Tentakelrudimente (Fig. 7), was vielleicht darauf hinweist, dass das von mir gesehene Thier noch nicht vollständig entwickelt war. Zwischen den Tentakelrudimenten liegen acht Randkörper, welche eine grosse Aehnlichkeit mit den entsprechenden Gebilden von Mitrocoma aufweisen und sich hauptsächlich durch das Vorhandensein von schwarzen Ocellen unterscheiden (Fig. 8). Die Randkörpermembran ist aus blasigen scharf contourirten Zellen zusammengesetzt und bildet ein kappenförmiges Organ mit einer in die Subumbrellarhöhle mündenden Oeffnung. In jedem Randkörper sind zwanzig oder etwas mehr rundliche Concremente vorhanden, welche je in einer cylindrischen Zelle eingebettet liegen. Die schmalen Nesselkapseln concentriren sich vorzugsweise auf die Tentakeln, während sie zerstreut auch auf der äusseren Schirmoberfläche vorkommen. Der grösste Theil der vier Radialcanäle ist von Genitalverdickungen eingenommen, welche sich bei dem einzigen von mir beobachteten Exemplare als Hoden erwiesen.

Obwohl die Stellung der von mir beschriebenen Meduse wegen ihrer unvollständigen Ausbildung noch nicht definitiv angegeben werden kann, so lässt sich doch mit Sicherheit behaupten, dass dieselbe mit keiner der beiden bekannten Arten übereinstimmt. Sowohl die amerikanische T. diademata, als die nordeuropäische T. multicirrata Form sind in ihren Jugendzuständen durch L. Agassiz[1]) und Böhm[2]) untersucht worden, wobei es sich herausgestellt hat, dass sich beide durch eine viel grössere Anzahl entwickelter Tentakeln auszeichnen. Es lässt sich eher vermuthen, dass bei vollständigerer Erkenntniss die mediterrane Form in eine besondere Gattung untergebracht werden wird.

Indem, wie ich bereits angedeutet habe, die Tiaropsis ein Verbindungsglied zwischen Thaumantiden und Mitrocomen repräsentirt, so wäre es besonders interessant, die Entwicklung derselben zu erforschen. Da die Hydroidenform von Mitrocoma Annae Haeckel nach meinen Untersuchungen ebenfalls eine Cuspidella ist, so ist es mir wahrscheinlich, dass auch das Tiaropsishydrarium mit der letzteren nahe verwandt sein wird.

---

[1]) Contributions to the Natur. hist. of the Unit. States. IV, 1862, pag. 301-310, Fig. 45—47.

[2]) Helgolander Leptomedusen, Jen. Zeitschr. XII, 1878, pag. 183, Taf. II.

Sollte sich diese Vermuthung bestätigen, so hätten wir eine besondere Gruppe von Campanulariden erhalten, deren Medusen sich durch auffallende Unterschiede in der Beschaffenheit ihrer Sinnesorgane auszeichneten. Jedenfalls glaube ich, dass sowohl Tiaropsis als auch Mitrocoma aus der Familie der Eucopiden ausgeschlossen werden müssen, von welcher sie sich schon durch ihre auffallenden Randkörper unterscheiden. Die Al. Agassiz'sche Halopsis cruciata (Phialis cruciata Haeckel), deren grosse Aehnlichkeit mit Mitrocoma auch von Haeckel zugegeben wird, muss dasselbe Schicksal erfahren. Alle diese Formen sind vielmehr in die Familie der Lafoëidae unterzubringen, während die echten Eucopiden sich als typische Campanulariiden (im Sinne von Hincks) erweisen. Von letzteren habe ich zwei Arten der Gattung Clytia untersucht, welche ich vorläufig als Clytia flavidula und Clytia viridicans bezeichnen werde. Ob die erstgenannte Form mit Oceania flavidula Péron identisch ist, oder ob die letztere mit Oceania armata übereinstimmt, kann ich aus oben angegebenen Gründen nicht entscheiden. Das eine ist nur unzweifelhaft, dass Clytia flavidula, als eine der am meisten verbreiteten Medusen im Mittelmeere, bereits oftmals untersucht und beschrieben worden ist. So erkenne ich sie in Geryonia planata Will. und in Phialidium ferrugineum Haeckel wieder. Die grössten von mir untersuchten Exemplare erreichten 15 Mm. im Durchmesser und erschienen in Form ziemlich flacher Schalen mit in Ruhe sehr langen, feinen Tentakeln. Am durchsichtigen Thiere erscheinen der Magen und die Genitalien, zum Theil auch die Basalanschwellungen der Tentakeln rostfarbig. Die ziemlich dünne Gallertschicht ist weich und biegsam, so dass das Thier seine Glocke stark unter Faltenbildung zusammenziehen kann. Obwohl die Zahl der Tentakeln, resp. der Randkörper eine sehr wechselnde ist, so kann man doch im Allgemeinen sagen, dass die Randbläschen die Zahl der Tentakeln mehr als um das Doppelte übertreffen. Zur Erläuterung dieser Regel mögen folgende Beispiele dienen:

Durchmesser	Zahl der Tentakeln	Zahl der Randbläschen
14 Mm.	24	51
15 „	22	49
8 „	16	33
14 „	24	71

Die stark zusammenziehbaren Tentakeln sind äusserst dünn und überhaupt, im Verhältniss zur Grösse der Meduse, nur schwach

entwickelt (Fig. 9, 10). Die Randbläschen haben die für echte Eucopiden typische Gestalt und enthalten zum grossen Theil je einen, nur in Ausnahmsfällen je zwei Otolithen. Die Geschlechtsorgane ganz erwachsener Individuen liegen am distalen Abschnitte der Radialcanäle in Form verlängert ovaler Verdickungen. Clytia flavidula gehört zu den häufigsten Medusen des neapolitanischen Golfes, wo ich sie im Frühjahr 1880 zu Tausenden bekam, und ist auch bei Villafranca recht gemein. In Messina habe ich sie dagegen gar nicht finden können. Ob irgend eine der von Gegenbaur in Messina gefundenen Eucopearten die Jugendform der Cl. flavidula repräsentirt, lässt sich gegenwärtig nicht sagen. Dass die überhaupt nahe verwandte Art aus der Nordsee, welche von Claus als Eucope variabilis beschrieben, von Böhm als Clytia Johnstoni Alder in Anspruch genommen worden ist, mit der mediterranen Cl. flavidula nicht identificirt werden kann, geht schon daraus hervor, dass bei der ersteren die Anzahl der Tentakeln mit derjenigen der Randbläschen die gleiche ist.

Die zweite Art, die ich als Clytia viridicans bezeichnet habe, unterscheidet sich von der vorhergehenden durch so bestimmte und constante Merkmale, dass an ein Zusammenwerfen derselben nicht gedacht werden kann. Cl. viridicans erreicht nicht die Grösse der Cl. flavidula, denn die grössten Exemplare der ersteren maassen nicht über 11 Mm. im Durchmesser. Die Gallertsubstanz ist viel dicker und fester, weshalb auch die Glockenbewegungen viel weniger energisch sind; überhaupt ist der gesammte Habitus dieser Meduse viel plumper, als der Cl. flavidula. Der grün gefärbte Magen ist auch verhältnissmässig grösser als bei der letzteren. (Vergl. Fig. 9 und 11.) Bei der ebenfalls variabelen Anzahl der Tentakeln und Randbläschen ist deren relatives Verhältniss ein ganz anderes. Die Tentakeln sind zahlreicher als bei Cl. flavidula, während die Randbläschen verhältnissmässig weniger zahlreich sind, so dass die Anzahl der letzteren lange nicht das Doppelte der Tentakeln erreicht, wie es aus folgenden Fällen zu ersehen ist:

Durchmesser	Zahl der Tentakeln	Zahl der Randbläschen
11 Mm.	30	36
6 „	30	40
6 „	16	24

Die Tentakeln sind nicht nur im Verhältnisse zur Körpergrösse, sondern auch an und für sich viel stärker, als bei Cl.

flavidula, wie es am besten aus dem Vergleiche der unter derselben Vergrösserung gezeichneten Fig. 11 und 12 hervorgeht. Die Randbläschen sind denen der Cl. flavidula ganz ähnlich. Die Geschlechtsorgane sind verhältnissmässig grösser, aber nicht so stark in die Länge ausgezogen. Cl. viridicans habe ich ausschliesslich in Villafranca in den Jahren 1870 und 1885 ziemlich häufig gefunden. Es ist nicht zu bezweifeln, dass diese Art mit dem im Jahre 1856 von Leuckart[1]) beschriebenen Phialidium viridicans identisch ist. Wenn dieser Autor angibt, dass die Tentakeln kurz sind, so bezieht sich diese Angabe offenbar auf Exemplare mit zusammengezogenen Tentakeln (Fig. 14); im ruhigen Zustande (Fig. 13) sind die Tentakeln vielmehr als lang zu bezeichnen.

Während Haeckel[2]) in seiner ersten Medusenarbeit sein Phialidium ferrugineum aufstellte, welches er von Ph. viridicans Leuckart als specifisch verschieden betrachtete, vereinigte er in seinem grossen Medusenwerke nicht nur die beiden mediterranen Arten, sondern auch sämmtliche europäische Phialidien in eine Art: Ph. variabile. Es ist leicht einzusehen, dass er damit nicht das Richtige getroffen hat. Die oben hervorgehobenen Unterschiede sind so auffällig, dass man ohne Mühe die beiden Arten aus dem Auftriebe von einander isoliren kann, wobei man nicht einmal zur Lupe zu recurriren braucht. Einige Merkmale dieser „bonae species" sind so constant, dass man sie sogar ohne Mühe an den jüngeren Stadien wiedererkennen kann. So habe ich in Fig. 15 und 16 die jüngsten von mir beobachteten Stadien abgebildet, von welchen die erstere ein eben geborenes Individuum der Cl. flavidula, die Fig. 16 eine im Auftriebe gefischte Cl. viridicans repräsentirt. Die Anzahl der Tentakeln und Randbläschen ist bei beiden dieselbe (zwei längere, zwei kürzere Tentakel und vier Tentakelanlagen, acht Randbläschen) und trotzdem sind die Medusen auffallend verschieden. So ist bei Cl. viridicans die Gallerte viel dicker als bei Cl. flavidula; der Magen und namentlich die Tentakeln sind bei der ersteren viel dicker und plumper. Die Verschiedenheit erstreckt sich sogar auf die Bewegungsart beider Species, welche bei Cl. viridicans eine viel weniger energische ist, als bei der ganz zusammenziehbaren Cl. flavidula. Auf die Unterschiede in dem Eier-

[1]) Archiv f. Naturg. XXII, 1856, pag. 18.

[2]) Jenaische Zeitschrift. Bd. I, 1864, pag. 333.

legen, der Grösse der Eier und in den Entwicklungserscheinungen beider Arten werde ich in meiner Arbeit über die Entwicklung der Medusen zu sprechen kommen.

Wenn ich die Ansichten Haeckel's über das haufenweise Zusammenwerfen mehrerer guter Arten in Phialidium variabile nicht theile, so kann ich ihm ebensowenig zugeben, dass die Hydroidform der Phialidien eine Campanulina ist. Mehrmals wiederholte Züchtungen lehrten mich übereinstimmend, dass die Hydroidformen der beiden mediterranen Phialidien echte Clytien darstellen, weshalb ich diesen Gattungsnamen auch auf die entsprechenden Medusen übertragen habe, dem Vorgange mehrerer früherer, namentlich englischer Forscher folgend.

Zu den selteneren Medusen des Mittelmeeres gehört Sminthea eurygaster Geg., welche ich nur in wenigen Exemplaren im Frühjahre des Jahres 1883 in Messina bekam und welche ich hier erwähne, trotzdem ich deren Entwicklung nicht studirt habe. Gegenbaur hatte wahrscheinlich nur verstümmelte Exemplare, wie sie im Auftriebe vorkommen, und glaubte deshalb, dass die von ihm aufgestellte Art nur „sehr kurze Tentakeln" besitzt. Da indessen einige wohlerhaltene Medusen in meine Hände gelangten, so konnte ich constatiren, dass die Tentakeln der Sminthea eurygaster eine bedeutende Länge haben (Fig. 17, 18) und überhaupt eine sehr merkliche Aehnlichkeit mit entsprechenden Gebilden von Rhopalonema und Aglaura aufweisen: gleich diesen sind die Tentakeln solid und mit einem stark entwickelten Wimperkamme versehen (Fig. 19). Die Randkörper der Sminthea eurygaster sind keine geschlossenen Bläschen, wie Gegenbaur meinte, sondern offene Gebilde (Fig. 20), denjenigen ähnlich, welche ich mit meiner verstorbenen Frau bei der jungen Rhopalonema auffand.[1]) Ob nun bei Sminthea eurygaster dieser Zustand ein dauernder ist oder ein vorübergehender, wie bei Rhopalomena velatum, kann ich zur Zeit ebensowenig beantworten, wie die Frage, ob nicht diese Sminthea eine Jugendform der

[1]) Elias und Ludmila Metschnikoff, Beiträge zur Kenntniss der Siphonophoren und Medusen (russisch), in Mittheilungen der Gesellschaft der Liebhaber der Naturlehre, Anthropologie und Ethnographie in Moskau. 1871, pag. 65. Die Thatsache der Verwandlung stielförmiger Randkörper junger Rhopalonemen in geschlossene Bläschen wurde sieben Jahre später durch O. und R. Hertwig bestätigt, wobei diese Forscher selbstständig die Entdeckung machten, ohne gewusst zu haben, dass wir sie schon lange vorher publicirt hatten.

Marmanema repräsentirt. Hervorheben muss ich, dass die meisten von mir gefundenen Exemplare der Sminthea bereits geschlechtsreif waren. Wenn ich bei der Gegenbaur'schen Benennung bleibe, so thue ich es deshalb, weil ich keinen Grund finde, Sminthea eurygaster der Gattung Trachynema Geg., nach dem Vorgange Haeckel's, einzurechnen. Wie es in der citirten, mit meiner verstorbenen Frau gemeinschaftlich verfassten Arbeit festgestellt worden ist, ist die Trachynema ciliatum Geg., welche zur Aufstellung der Gattung Gelegenheit gab, keine selbstständige Form, sondern nur ein Larvenzustand der Aglaura hemistoma, wie ich nunmehr durch Züchtung solcher Trachynemen aus Aglaura-Eiern bestätigt fand.

Was die zuletzt genannte Art betrifft, so muss ich Einiges über deren Hauptmerkmale mittheilen, da dieselben einstweilen noch nicht bekannt genug sind. Namentlich ist durch den Versuch Haeckel's Aglaura hemistoma als verschieden von seiner neu aufgestellten Aglaura laterna auszugeben, eine Verwirrung entstanden, welche später nur zu Missverständnissen führen kann. Beide Arten sollen sich besonders durch verschiedene Länge des Magenstieles und durch Form und Grösse der Gonaden unterscheiden (System der Medusen, 1, pag. 275). Wenn man sich an Haeckel's Artbeschreibung hält, so kann man die von mir vorzugsweise in Messina untersuchten zahlreichen, mit Gläsern geschöpften und deshalb unversehrten Aglauren gar nicht bestimmen. So ist der Magenstiel bei A. laterna doppelt so lang als der Magen, während er bei A. hemistoma halb so lang als der Magen ist. Wie man an den angeführten Abbildungen (Fig. 21, 22) sehen kann, ist die Länge des Magenstieles beider Exemplare eine sehr verschiedene, obwohl sie keiner der genannten Arten entspricht. Die individuellen Verschiedenheiten werden indessen dadurch nicht erschöpft, da die jüngeren Exemplare auch entsprechend kürzere Magenstiele haben. Die Form und Grösse der Gonaden ist noch weniger massgebend: die auf den citirten Figuren wiedergegebenen reifen männlichen und weiblichen Gonaden sind keineswegs als „eiförmige Säcke" zu bezeichnen, sondern repräsentiren lange gerade oder etwas gebogene Schläuche, welche von reifen Geschlechtsproducten strotzen. Es ist klar, dass solche Genitalien nur bei ganz reifen Exemplaren vorkommen, während sie bei jüngeren viel kleiner sind und eine Zeit lang oval, früher auch rundlich erscheinen. Das dritte, von Haeckel angeführte Merkmal — die Anzahl und die Zerbrechlichkeit der Tentakeln —

ist um so weniger bedeutungsvoll, als nach seinen eigenen Angaben bei A. laterna 32 Tentakel die Maximalzahl, bei A. hemistoma dieselbe Anzahl das Minimum darstellt. Es ist leicht einzusehen, dass die Haeckel'schen Artmerkmale am wenigsten constant sind, dass also A. laterna und A. hemistoma zu einer Species gehören. Wahrscheinlich repräsentirten die als A. laterna in Anspruch genommenen Medusen nur jüngere Exemplare der gewöhnlichen Art, bei welchen der Magenstiel individuell länger war und welche eben als Jugendformen etwas solidere, nicht so stark zerbrechliche Tentakel besassen. Was die letztgenannten Organe betrifft, so müssen sie überhaupt nur an ganz intacten, frisch gefangenen Aglauren untersucht werden (Fig. 21—23). Unter solchen Bedingungen erscheinen sie nicht in Form kurzer Stummel, sondern als lange ausgezogene oder spiralig gewundene zierliche carminrothe Fäden, welche seitlich mit stark entwickelten Wimperkämmen versehen sind. Ihre Anzahl ist, sogar bei ganz ausgewachsenen Individuen, einer bedeutenden Schwankung unterworfen. Ich fand Exemplare mit 35—50 Tentakeln.

Die kleine vierstrahlige Geryonide, welche zu den häufigsten Medusen des Mittelmeeres gehört, und welche sowohl in Villafranca, als in Neapel und Messina vorkommt, halte ich für ein und dieselbe Species, für welche man den von Gegenbaur gegebenen Namen Liriope mucronata beibehalten kann. Die Behauptung Haeckel's, dass die ligurischen und sicilianischen Formen zwei, sogar zu verschiedenen Gattungen gehörige, Arten repräsentiren: Liriantha mucronata Haeck. und Liriope eurybia Haeck., kann eine Kritik nicht aushalten. Die Hauptunterschiede der beiden Species resumiren sich nach Haeckel folgendermassen: bei Liriantha mucronata ist der Schirm doppelt so breit als hoch; die Genitalien sind länglich-herzförmig und zwischen vier Haupttentakeln sitzen vier bedeutend kürzere Interradialtentakeln (System I, pag. 288). Bei Liriope eurybia, welche mit Geryonia exigua Leuckart identificirt wird, ist dagegen der Schirm dreimal so breit als hoch, die Genitalblätter sind eiförmig und es existiren nur vier Haupttentakel. Das letztere Merkmal ist das wichtigste, weil es zur Unterscheidung der Gattungen verwendet wird. Nun aber sagt Leuckart ausdrücklich (a. a. O., pag. 5) über seine Ger. exigua: „wenn man unser Thierchen indessen näher untersucht, so wird man in der Mitte zwischen diesen vier Tentakeln noch vier andere vorfinden, wie bei

G. appendiculata". Es findet hier somit das gleiche Verhältniss wie bei den von Gegenbaur, Keferstein und Ehlers beobachteten Formen aus Messina statt. Aber auch Haeckel[1]) selbst gibt an, dass bei Liriope (Glossocodon) eurybia nicht selten geschlechtsreife Exemplare mit noch erhaltenen Interradialtentakeln, sogar in wenigen Fällen mit 12 Tentakeln, vorkommen. Nachdem ich im Süden Italiens Liriopen mit vier Tentakeln untersuchte und dieselben mit der ligurischen Form verglich, kam ich zur Ueberzeugung, dass beide Formen nicht nur einer und derselben Gattung, sondern sogar derselben Species angehören.

Zu einem ähnlichen Resultate bin ich auch in Bezug auf die grosse sechsstrahlige Geryonide des Mittelmeeres, welche ich unter dem Namen Geryonia proboscidalis Esch. citiren werde, gekommen. Obwohl ich mich in meinen früheren Arbeiten an Haeckel'sche Systematik angeschlossen hatte und die Gattung Carmarina mit Arten hastata und fungiformis acceptirte, so bin ich gegenwärtig, nachdem ich die Sache näher in's Auge gefasst habe, ganz anderer Meinung geworden. Die vergleichende Untersuchung der in Messina im Jahre 1883 und der in Villafranca in diesem Jahre (1885) gefangenen Exemplare lehrte mich bald, dass die süditalienische Form mit der ligurischen durchaus identisch ist, ferner, dass die von Haeckel zur Unterscheidung gewählten Merkmale gar nicht brauchbar sind. Die specifischen Unterschiede bestehen nach Haeckel (System I, pag. 297) in Folgendem: 1. Bei C. hastata ist der Magenstiel „wenig länger als die Schirmbreite", bei C. fungiformis „kaum länger als die Schirmbreite"; 2. bei C. hastata „ein langer spitzer Zungenkegel", bei C. fungiformis „kein Zungenkegel"; 3. bei C. hastata sind die Genitalblätter „schmal-dreieckig, ihre spitzen Basal-Ecken durch Abstände von der Breite der Dreiecksbasis getrennt", bei C. fungiformis sind dieselben Organe „breit dreieckig, ihre abgestutzten Basal-Ecken sich fast berührend"[2]); 4. bei C. hastata ragen die längeren Centripetalcanäle „bis in die Zwischenräume der Gonaden-Basen" hinein, während dies bei G. fungiformis nicht der Fall sein soll. Um sich einen Begriff über den Werth der meisten hier angeführten Unterschiede zu bilden, gebe ich eine tabellarische Zusammenstellung meiner Beobachtungen. Es

[1]) Familie der Rüsselquallen. 1865, pag. 74.

[2]) F. E. Schulze hat in seiner Schrift über Cunineu-Knospenähren (Graz 1875, pag. 15) auf die Unzulässigkeit dieses Merkmales bereits hingewiesen.

Nr.	Diameter der Glocke	Länge des Magenstieles	Länge der Zunge	Abstand zwischen den Genitalblättern	Fundort
	in Millimetern				
1	55	49	7	7	
2	43	31	6	6	
3	43	33	5	6	
4	60	54	3	0·5	
5	50	55	4	1·5	
6	50	42	5	6	
7	63	61	6	4	April 1883
8	51	39	4	6	in Messina
9	51	32	4	3	
10	44	35	4	3	
11	49	45	3	9	
12	60	72	4	5	
13	64	69	4	4	
14	55	69	5	6	
15	50	55	4	6	
16	64	70	12	fast berührend	
17	67	71	7	2	
18	47	37	4	7	
19	55	38	5	9	März 1885
20	54	43	4	8	in
21	61	80	6	3	Villafranca
22	67	62	4	fast berührend	
23	37	26	2	7	
24	68	75	6	fast berührend	

stellt sich heraus, dass die Schirmbreite in ihrem Verhältnisse zur Länge des Magenstieles ausgesprochene Differenzen aufweist; in der Mehrzahl der Fälle ist der Magenstiel sogar kürzer als die Schirmbreite. Die Zunge ist ebenfalls ein sehr veränderliches Gebilde; oft war sie durch einen rundlichen, wenig in die Magenhöhle hineinragenden Zapfen repräsentirt, während sie bei einigen Exemplaren, welche sich in anderer Beziehung durch nichts Besonderes auszeichneten, bis 12 Mm. lang war. Zwischen beiden Extremen waren verschiedene Uebergangsstufen vorhanden, so dass an eine specifische Verwerthung nicht gedacht werden kann. Das auf die Beschaffenheit der Genitalien bezügliche Merkmal ist wo möglich noch weniger stichhaltig, denn sowohl der Entwicklungszustand, als der Grad der Anfüllung durch Geschlechtsproducte übt einen ausserordentlichen Einfluss auf die Breite und Form der Genitalblätter, resp. auf die Breite des Abstandes zwischen den letzteren aus; dementsprechend sehen wir diese Grösse zwischen fast 0 bis 9 Mm. wechseln. Was das Hineinwachsen der längeren Centripetalcanäle betrifft, so lässt sich ein solches allerdings nicht selten beobachten; indessen fehlt dasselbe bisweilen auch bei Exemplaren mit einem maximalen Abstande

zwischen Genitalblättern, wie z. B. in den unter Nr. 19 und 23 notirten Geryonien. Es erweist sich somit, dass die ligurische und die süditalienischen Geryonien einer einzigen Art angehören, welche durchaus nicht in eine besondere Gattung abgesondert zu werden braucht. Als Haeckel im Jahre 1864 seine Gattung Carmarina aufstellte, glaubte er in der Anwesenheit eines Zungenkegels bei derselben einen wichtigen Charakter gefunden zu haben; später sah dieser Forscher selbst ein, dass diesem Merkmale keine so hohe Bedeutung zukommt, liess aber trotzdem die Gattung Carmarina bestehen, wobei als einziger Unterschied von Geryonia das Vorhandensein mehrerer Centripetalcanäle von ihm betrachtet war (System, I, pag. 297). Nun ist es auffallend, dass Haeckel selbst keine einzige echte Geryonia in seinem Sinne beobachtete und dass die zu dieser Gattung gehörigen Formen nur (von 1775) bis 1856 gesehen wurden, seit welcher Zeit nur Carmarinen in die Hände der Zoologen gelangten. Ich, der wohl Hunderte sechsstrahliger Geryoniden durchmusterte, habe noch nie eine Geryonia im Haeckel'schen Sinne, d. h. ohne Centripetalcanäle gesehen. Dieses Missverständniss löst sich einfach, wenn man annimmt, dass die meisten früheren Forscher einfach die Centripetalcanäle übersehen haben, wie es auch von Gegenbaur behauptet wird, und wenn Haeckel selbst (System, I, pag. 295) die Vermuthung ausspricht, dass sogar Leuckart auf diese Canäle nicht achtete, so ist dasselbe noch viel wahrscheinlicher in Beziehung auf ältere Forscher, wie Forskal, Eschscholtz etc. Somit sehe ich absolut keinen Grund, die Gattung Carmarina beizubehalten und der Gattung Geryonia einen künstlichen Sinn beizulegen.

Das nunmehr erlangte Resultat, dass die beiden mediterranen Geryoniden keine Localformen, sondern im ganzen Mittelmeere dieselben sind, lässt sich zum grossen Theil auch auf die Aeginiden ausdehnen. So fand ich die unter dem Namen Cunina proboscidea von mir und meiner Frau (a. a. O. pag. 66, Taf. VI, Fig. 1—3) aus Villafranca beschriebene Meduse ebenfalls in Messina. Da diese Aeginide zu den grössten und häufigsten Arten des Mittelmeeres gehört, so ist es sehr wahrscheinlich, dass sie bereits von früheren Forschern gesehen wurde; indessen ist es mir weder früher, noch jetzt möglich gewesen, die Synonymik mit Bestimmtheit festzustellen. Möglicherweise hat dieselbe Species Kölliker[1])

[1]) Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. IV, 1853, pag. 321.

unter dem Namen C. dodecimlobata beschrieben; jedenfalls stimmen mehrere Merkmale, wie die kegelförmige Körperform, der vorspringende Magen, die „annähernd rautenförmigen Nebensäcke" und die kurzen Tentakeln mit C. proboscidea auffallend überein, so dass ich Kölliker's Bezeichnung angenommen hätte, wenn sie nicht auf die zufällig getroffene Anzahl der Radien bezogen wäre. Nach meinen Beobachtungen schwankt die Radienzahl zwischen 9—14. Uljanin[1]) behauptet, dass C. proboscidea mit C. lativentris Gegenbaur, Aegineta prolifera Geg. und Aeg. gemmifera Kef. und Ehl., welche alle eine und dieselbe Art repräsentiren sollen, identisch ist. Nun ist es schon früher von mir und meiner Frau bemerkt worden (a. a. O. pag. 66), dass C. proboscidea die grösste Aehnlichkeit mit C. lativentris besitzt, sich von ihr aber durch mehrere Merkmale unterscheidet; vor Allem durch die Tentakeln, welche bei unserer Art auffallend kurz sind, so dass sie bei grössten Exemplaren (42—57 Mm.) nur eine Länge von 4, resp. 5 Mm. haben, während sie bei 1″ messenden C. lativentris 5—6‴ lang sind (Gegenbaur a. a. O. pag. 260). Aegineta prolifera Geg. möchte ich wegen der Aehnlichkeit der Knospenformen noch eher mit dem C. proboscidea identificiren, vermag dies aber nicht, da Gegenbaur ausdrücklich hervorhebt (a. a. O. pag. 262), dass die Körperform der ersteren „fast rundlich, die Gallertsubstanz beträchtlich dick und durchsichtig ist". Durch diese Merkmale, sowie durch 16 taschenförmige Fortsätze unterscheidet sich A. prolifera sowohl von C. proboscidea, als von C. lativentris, welche beide eine beinahe konische Form und eine auffallend weiche Gallerte besitzen.

Rein unmöglich ist die Identificirung der C. proboscidea mit Aeg. gemmifera K. und Ehl., zumal diese Form auch ganz andere Knospen hat. Haeckel meint, dass unsere Art mit C. vitrea Geg. übereinstimmt. „Obgleich die von Metschnikoff beschriebene Form — sagt dieser Autor (System, I, pag. 652) — noch nicht geschlechtsreif war, ist sie doch (nach seiner eigenen Darstellung!) für C. vitrea zu halten!" So kurz und unzureichend die Beschreibung Gegenbaur's ist, so lässt sich doch daraus entnehmen, dass die von Haeckel angenommene Identität durchaus willkürlich ist. Gegenbaur beginnt seine Diagnose mit den Worten: „der kugelige Körper" (a. a. O. pag. 259), während wir ausdrücklich

[1]) Ueber den Ursprung der Cuninen etc. in Mittheil. d. Moskauer Gesellsch. Bd. XXIV, 1876, pag. 12.

hervorgehoben haben, dass der Körper der C. proboscidea pyramidal ist, eine Eigenthümlichkeit, welche eben sehr charakteristisch ist und sich nur bei C. lativentris wiederfindet. Wäre die Gallerte der C. vitrea annähernd so weich, wie die der C. proboscidea, was ebenfalls sehr auffallend ist, so hätte das Gegenbaur sicherlich erwähnt, wie er eine ähnliche Bemerkung über C. lativentris gemacht hat. Die eigenthümliche Form der Magensäcke der C. vitrea, die geringe Anzahl der Radien und namentlich der Randkörper (bei der Radienzahl von 9 bis 11 nur 15 bis 18 Randbläschen, während unter gleichen Bedingungen bei C. proboscidea 27 bis 44 Randkörper sein sollten) sind weitere Merkmale, welche für C. proboscidea nichts weniger als charakteristisch sind. Eben der Umstand, dass von den von Gegenbaur beschriebenen Aeginiden drei (in zwei Genera untergeordnete) Formen einigen Anschluss an C. proboscidea aufweisen, erlaubt uns nicht willkürlich nur ein oder einige wenige Merkmale herauszugreifen, um auf ihnen allein, alles übrige ignorirend, die Synonymik zu begründen. Ohne zu behaupten, dass C. proboscidea von uns zuerst gesehen wurde, glaube ich, dass dieselbe nach unserer Beschreibung deutlich wiederzuerkennen ist und dass es deshalb möglich sein wird, den von uns gegebenen Namen beizubehalten. Da diese Art durch ihre von mir in Villafranca im laufenden Jahre untersuchte Sporogonie besonders interessant erscheint, halte ich für nicht überflüssig, einige Abbildungen der erwachsenen Form zu geben.

Zu den häufigeren und am meisten verbreiteten Aeginiden des Mittelmeeres gehört neben C. proboscidea noch die zuerst von Kölliker unter dem Namen Eurystoma rubiginosum beschriebene Meduse.

Diese nach seinen Angaben in Messina „ziemlich häufige" Aeginide fand ich im Jahre 1883 wieder, wobei ich mich überzeugen konnte, dass dieselbe mit C. rhododactyla, welche Haeckel in Villafranca fand, durchaus identisch ist. Die allgemeine Körperform und die charakteristische Farbe der Tentakeln sind von Kölliker bereits richtig hervorgehoben worden, nur hat er die Länge der Tentakeln übertrieben und das Gastrovascularsystem übersehen. Die Identität der Eurystoma rubiginosum mit Aegineta rosea Geg., erscheint mir mehr als zweifelhaft, während es mir sehr wahrscheinlich — wenigstens nach der Abbildung Gegenbaur's — ist, dass die erstgenannte Art mit seiner Aegineta globosa übereinstimmt. Die von Haeckel

angenommenen Unterschiede zwischen Cunina rubiginosa (Eurystoma rubiginosum) und C. rhododactyla (System I, pag. 321) existiren in der Wirklichkeit nicht. Die erstere soll aus weniger Radien (bis 12) als die zweite (bis 15) bestehen, dabei aber eine grössere Anzahl Randkörper besitzen. Auch sollen die Tentakel der C. rubiginosa viel länger als diejenigen der C. rhododactyla sein. Unter den von mir häufig in Messina beobachteten Exemplaren habe ich solche mit 10 bis 16 Radien, also noch mehr wie Haeckel an seinen Medusen aus Villafranca, gefunden; die Anzahl der Randkörper schwankte zwischen 32 und 64, so dass das Minimum noch unter die für C. rhododactyla angegebene Anzahl fiel. Die allgemeine Inspection, sowie die Untersuchung der Knospungsvorgänge zeigte mir, dass die Cunina von Messina mit den von mir früher in Villafranca untersuchten Individuen in jeder Beziehung, die Länge der Tentakel nicht ausgenommen, übereinstimmte. Somit kann man annehmen, dass Kölliker's Stenogaster complanatus factisch nichts Anderes repräsentirt, als durch Knospung, resp. Sporogonie entstandene junge Exemplare von C. rubiginosa, wobei der Umstand, dass das Mutterthier nur aus 10, die Brut aus 16 Radien besteht, durch die mitgetheilte Angabe über die Variabilität der Segmentzahl genug erklärt wird. [1])

Obwohl Uljanin (a. a. O. pag. 13) sich gegen meine Annahme über die Differenzen zwischen jungen C. rhododactyla (rubiginosa) und den in Geryonia parasitirenden Cuninen ausgesprochen hat, so hat es sich doch herausgestellt, dass beide Medusen nur in ganz allgemeinen Zügen übereinstimmen. Als Aeginide, welche den Geryoniaparasiten liefert, möchte ich eine von mir mehrmals in Messina gefundene Form, welche ich auf Fig. 27 und 28 abgebildet habe, in Anspruch nehmen. Die grössten von mir untersuchten Exemplare hatten über 7 Mm. im Durchmesser und erschienen in Form achtstrahliger, rundlich abgeplatteter röthlicher Medusen mit ziemlich weicher Gallerte, aus welcher acht derbe graugelbliche Tentakel hervorsprossten. Die letzteren hatten die Länge ungefähr eines halben Körperdurchmessers. In jedem Radius waren fünf Randkörper mit je einem grossen oder zwei kleineren Otolithen vorhanden; von der Insertionsstelle der Randkörper gingen verlängerte Nesselstreifen, deren Form in der Fig. 28 wiedergegeben ist, ab. Die rundlich-ovale, von einem Sphincter verschlossene

[1]) Man vergl. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXII, 1874, pag. 33.

Mundöffnung führte in den centralen Gastrovascularraum, von welchem acht breite Taschen ausgingen; die letzteren endigten blind und führten in keine peripherischen Canäle, die ich bei den untersuchten Exemplaren durchaus vermisste. Da das gesammte Entoderm des Gastrovascularapparates in Folge der intracellulär aufgenommenen, aus Siphonophoren bestehenden Nahrung röthlich gefärbt war, so hätten die Peronealcanäle leicht beobachtet werden können.

Zwischen den beschriebenen und den durch Knospung entstandenen Medusen konnte ich alle möglichen Uebergangsstadien vorfinden, so dass ich kaum an der Identität beider zweifeln kann. Die eben abgelösten, sowie etwas weiter entwickelten Knospenmedusen sind naturgetreu bei Fr. E. Schulze und Uljanin wiedergegeben, so dass ich ohne Weiteres auf ihre Abbildungen verweisen kann. Diese beiden Forscher erwähnen des Ringcanals mit keinem Worte, was dadurch zu erklären ist, dass ein solcher unseren Medusen überhaupt fehlt, wie ich besonders hervorheben muss. Trotz eifrigen Suchens konnte ich bei ihnen nur ein mit acht breiten Blindtaschen versehenen Gastovascularraum vorfinden. Die Angabe Haeckel's (Fam. d. Rüsselquallen, pag. 123, Fig. 95), nach welcher ältere Knospen einen Ringcanal besitzen sollen, muss ich somit entschieden zurückweisen.

Obwohl ich die betreffende Meduse in einer früheren Arbeit der Gattung Cunoctantha Haeckel, als C. parasitica, beigerechnet habe, so stehe ich jetzt vor der Schwierigkeit, welche uns das Fehlen eines Ringcanales darbietet. Nach der Haeckel'schen Systematik unterscheidet sich die ganze Familie der Cunanthiden durch das Vorhandensein eines vieltheiligen Ringcanales, welcher überhaupt nur seiner Familie der Solmariden fehlt. Da die letzteren sich indessen durch das Fehlen der sogenannten Hörspangen und noch durch andere Merkmale von unserer Meduse unterscheiden, so kann diese keineswegs als eine Solmaride bestimmt werden. Wir kommen somit zur Schlussfolgerung, dass es Cunanthiden ohne Ringcanal geben kann. Die nähere Bekanntschaft mit einigen Narcomedusen hat uns gezeigt, dass die Systematik Haeckel's überhaupt noch sehr mangelhaft ist und zwar in ihren allgemeinsten Zügen. Am besten wird das durch die in einer anderen Arbeit näher zu beschreibende Sporogonie der Cunina proboscidea, welche aus amöboiden Zellen eine Medusengeneration erzeugt, die sich durch ein ganz einfaches schlauchförmiges Gastrovascularsystem und durch das Fehlen der Hörspangen auszeichnet, erläutert. Während die erste Generation in die Familie der Cunanthidae

gehört, muss die andere Generation derselben Thierspecies einer ganz anderen Familie (der Solmariden) zugewiesen werden. Offenbar ist bei Haeckel zu viel Gewicht auf secundäre Charaktere gelegt worden, weshalb auch die eng verwandte frühere Familie der Aeginiden von ihm in vier verschiedene Familien vertheilt wurde. Die von Haeckel in die Aeginidensystematik eingeführte Verwirrung ist überhaupt so bedeutend, dass ich die grössten Schwierigkeiten bei der Bestimmung der beobachteten Formen empfinde. Eine neue auf eigenen Beobachtungen beruhende Revision der Narcomedusen ist überhaupt zu einer dringendsten Nothwendigkeit geworden. Wie im Jahre 1870, so habe ich auch in den letzten Jahren die Entwicklung einer kleinen „Solmaride" beobachtet, welche ich als Polyxenia leucostyla Will. bestimmt und für identisch mit Pachysoma flavescens Köll. (oder Aegineta flavescens Geg.) ausgegeben habe. Nach Haeckel (System, I, pag. 353, 357) sollen beide Formen nicht nur specifisch, sondern sogar generisch verschieden sein. Die erstere ist von ihm in die neue Gattung Solmaris (S. leucostylus Haeck.) untergebracht, während die zweite als Salmoneta flavescens Haeck. bezeichnet worden. Der Hauptunterschied zwischen beiden Gattungen soll darin bestehen, dass bei Solmaris der „Geschlechtsgürtel einfach, ein geschlossener Ring in der unteren Magenwand" ist, während er bei Salmoneta „in einen Kranz von getrennten Gonaden zerfallen" ist. S. leucostylus soll sich speciell von S. flavescens noch durch eine geringere Anzahl Randkörper unterscheiden. Die von mir früher auf ihre Entwicklung untersuchte Form reiht Haeckel ohne Weiteres der Salmoneta flavescens an, obwohl in der von mir und meiner Frau (a. a. O. pag. 71) gegebenen Beschreibung der von uns beobachteten Meduse ausdrücklich gesagt ist: „Die Geschlechtsorgane sind gleichmässig auf der unteren Magenfläche vertheilt." Dieses Factum konnte ich neuerdings an Exemplaren, welche in Messina und Villafranca gefangen wurden, vollkommen bestätigen. In beiden Geschlechtern bilden die Genitalien ringförmige Ectodermverdickungen der unteren Körperfläche, wie es auf der Fig. 29 t vom Männchen wiedergegeben ist. Die Anzahl der Randkörper schwankte bei den von mir untersuchten Individuen um ein bedeutendes; bald entsprach sie ungefähr der Radienzahl, bald war sie mehr oder weniger grösser, während in anderen Fällen sie die Antimerenzahl nicht erreichte. Als Beleg mögen folgende Daten angeführt werden:

♂ 18 Tentakel, 17 Randkörper,
♂ 26 „ 33 „
♂ 25 „ 17 „

Wir sehen somit, dass unsere Exemplare eine grössere Anzahl Tentakeln und Randkörper besitzen, als es Solmaris leucostylus zugestanden wird (12—16 Tentakeln, 12—16 Randkörper) und auch mehr Tentakeln haben, als bei Salmoneta flavescens nach Haeckel, dafür aber weniger Randkörper, als bei der letztgenannten (30—56). Alles das zeigt uns aber noch einmal, dass diese Merkmale keine specifische Bedeutung haben, wie es von Haeckel angenommen worden ist. Uebrigens scheint auch der letztgenannte Forscher selbst bemerkt zu haben, dass auf die Anzahl der Randkörper kein zu hohes Gewicht zu legen ist, denn er gibt für Salmoneta flavescens als Maximum 50 an, während Kölliker derselben 56 zählte; bei Solmaris leucostylus wird als Minimum 12 zugestanden, während Will, auf welchen sich Haeckel beruft, Exemplare mit nur 6 und 8 Randkörperchen erwähnt. Da Kölliker seine Pachysoma flavescens zu den häufigen Medusen Messina's zählt und ich die Polyxenia leucostyla ebenfalls recht häufig in Messina fand, zugleich aber keine andere Aeginide mit gelben Tentakelspitzen beobachtete, welche man etwa als eine andere Art annehmen konnte, so glaube ich bestimmt behaupten zu können, dass Polyxenia leucostyla, Pachysoma flavescens, Aegineta flavescens nur drei Namen für eine und dieselbe Meduse sind. In dieser Schlussfolgerung bin ich während meines letzten Aufenthaltes in Triest noch dadurch unterstützt worden, dass ich die Identität der Triester Exemplare der Pol. flavescens, welche ich auf Präparaten der zoologischen Station untersuchte, mit den Medusen aus Messina, Neapel und Villafranca selbst constatiren konnte. Wenn ich somit die Bezeichnung Polyxenia flavescens Will auch weiter gebrauchen werde, so gestehe ich doch selbst zu, dass diesem Namen nur eine provisorische Bedeutung zuzuschreiben ist, bis zur Zeit, in welcher wir im Besitz einer reiferen Narcomedusensystematik gelangen, als diejenige ist, welche Haeckel geliefert hat.

Von Acraspeden werde ich nur bei Nausithoë einen Augenblick verweilen, da es mir gelungen ist, deren Larvenbildung, zum Theil auch die Metamorphose zu verfolgen. Kölliker, der diese Gattung zuerst gegründet hat, hat zwei Arten unterschieden, die er ganz deutlich charakterisirte und unter dem

Namen N. punctata und N. marginata in die Wissenschaft einführte. Während die erstere später von mehreren Forschern, zum Theil unter dem von Gegenbaur gegebenen Namen N. albida, beschrieben und namentlich von O. und R. Hertwig [1]) und von Claus [2]) genauer untersucht wurde, scheint die zweite Kölliker'sche Art ganz unberücksichtigt geblieben zu sein. Haeckel, welcher überhaupt so leicht neue Arten aufstellt und geringfügige Eigenthümlichkeiten, wie den Anfüllungszustand der Geschlechtsorgane, individuelle Variationen in Dimensionen etc. [3]) als Artcharaktere ausgibt, ist so weit gegangen, dass er die Kölliker'schen Nausithoë arten als identisch erklärte (System, I, pag. 486). Nun aber, wie ich mich mehrmals überzeugen konnte, hat Kölliker vollkommen Recht. Seine beiden Arten unterscheiden sich sofort durch die verschiedene Körperform. Bei N. marginata (Fig. 30) ist die Centralscheibe im Verhältnisse zum peripherischen Theil bedeutend grösser, als bei N. punctata. Bei dem letzteren sind dagegen die Randlappen viel stärker ausgebildet und auch die Tentakeln länger, wie es bereits Kölliker hervorgehoben hat. Dieser Forscher hat ebenfalls auf die Lippenlosigkeit des Mundes und namentlich auf das Fehlen des Augenpigmentes an Randkörpern hingewiesen, auf Thatsachen, welche ich nur bestätigen kann. Die Randkörper (Fig. 31) sind überhaupt, namentlich in ihrem basalen Abschnitte, weniger ausgebildet, als bei N. punctata und zeichnen sich, ausser dem Mangel an Pigment, durch polyedrische, fast kuglige Otolithen aus. Die Geschlechtsorgane sind gelb pigmentirt, ungefähr nierenförmig und grösser als bei N. punctata. Die reifen Eier sind strohgelb, während sie bei N. punctata farblos oder violett, oft in's Bläuliche übergehend gefärbt sind. Das Gastrovascularsystem ist demjenigen der N. punctata sehr ähnlich; der Ringmuskel der Subumbrella ist ebenfalls vorhanden, nur nicht so stark entwickelt, wie bei der eben genannten Species.

Die mitgetheilten Beobachtungen zeigen uns zur Genüge, wie unzureichend noch unsere Kenntnisse über die Systematik der Medusen sind, selbst was das am meisten untersuchte Mittelmeergebiet betrifft. Welchen Einfluss eine solche Unvollständigkeit ausüben kann, kenne ich aus eigener Erfahrung. Nachdem ich,

[1]) Das Nervensystem und die Sinnesorgane der Medusen. 1878, pag. 106.

[2]) Untersuch. über die Organisation u. Entwicklung d. Medusen. 1883, pag. 24 ff.

[3]) Man vergl. die obige Darstellung und Claus, a. a. O. pag. 61 ff., sowie Arbeiten aus dem zool. Inst. zu Wien, 1881.

namentlich aus Haeckel's Schriften, entnehmen zu können glaubte, dass die Medusenfauna Messina's sich wesentlich von derjenigen Villafranca's unterscheide, ging ich dorthin, in der Hoffnung, viele für mich neue Formen kennen zu lernen; in Wirklichkeit hat es sich indessen ergeben, dass beide Faunen eine viel grössere Aehnlichkeit miteinander zeigen. Ein anderes Mal bin ich durch die Haeckel'sche Angabe über Phialidium variabile verführt worden. In der Ueberzeugung, dass die mediterranen Phialidien zu einer Art gehören, legte ich sie alle ohne Weiteres in dasselbe Gefäss; nachdem ich dann aber in diesem zwei verschiedene Eisorten, welche dazu noch zu verschiedenen Zeiten abgelegt wurden, erblickte, sah ich sofort ein, dass die angenommene Artidentität in Wirklichkeit nicht existirt. Die Isolirung der C. flavidula von C. viridicans hob sogleich die Vermischung der Eier auf.

Da ich über Systematik der Medusen zu sprechen gekommen bin, so fühle ich mich gezwungen, auf einen Angriff des Herrn Haeckel zu erwidern, welchen er in Form eines Anhanges seinem System der Medusen, I, pag. 651, beigefügt hat. Wäre diese Antwort durch einen besonderen polemischen Eifer dictirt, so hätte ich Gelegenheit genug gehabt, mich auch früher auszusprechen; indessen glaubte ich in meiner, die Embryologie einiger Medusen behandelnden Arbeit den wenig wissenschaftlichen Angriff ruhig mit Stillschweigen übergehen zu dürfen. Hätte ich dasselbe auch diesmal gethan, so würde man — so meine ich — glauben, dass ich die Haeckel'schen Einwendungen wirklich gut heisse. Als ich sah, dass der Hauptangriff des Herrn Haeckel sich darauf concentrirte, dass die in der oben citirten russischen, mit meiner Frau verfassten Arbeit als neu angeführten Arten bereits anderswo beschrieben sind, so war ich geneigt zu glauben — ich muss es gestehen —, dass Herr Haeckel vollkommen Recht habe. Wie aus dem ganzen Charakter unserer gemeinschaftlichen Arbeit hervorgeht, war ihre Hauptaufgabe, auf die Thatsachen der verwandtschaftlichen Beziehung zwischen Siphonophoren und Medusen aufmerksam zu machen und keineswegs die literarische Bearbeitung der von uns untersuchten Species. Bei der Bezeichnung der Zygodactyla rosea (a. a. O. pag. 59) machten wir sogar speciell die Bemerkung, dass wir wegen Mangels an Literatur nur annähernde und jedenfalls provisorische Bestimmungen zu geben im Stande wären. Dass wir unter solchen Umständen keineswegs an eine fixe Systematik gedacht haben, hätte jeder leicht sehen können, zumal Herr Haeckel, der ja selbst weiss,

wie wandelbar die Medusennamen sind und welchen provisorischen Charakter die meisten unter ihnen tragen. Es wechseln ja bei ihm selbst die Bezeichnungen der Gattungen nicht nur in seinen verschiedenen Schriften, sondern sogar auf den Tafeln und auf der Tafelerklärung ein und derselben Schrift, insbesondere seines Systems (z. B. Taf. IV Amphinema = Dinema, Taf. VIII Laodice = Cosmetira, Taf. XII Eutimeta = Geryonopsis etc.). Mehrere Arten wechselten bei Haeckel in kurzer Zeit drei und vier Namen: so z. B. Bougainvillea maniculata 1864, Hippocrene maniculata 1877, Margelis maniculata 1879; oder: Phialidium ferrugineum 1864, Ph. flavidulum 1877, Ph. phosphoricum 1877, Ph. variabile 1879 etc. Von vierzehn Arten, welche Haeckel im Jahre 1864 als neu beschrieben hat, hat er in seinem System fünf auf früher bekannte, zum Theil ganz gewöhnliche Formen, wie Laodice cruciata, Tiara pileata, zurückgeführt. Von den übriggebliebenen müssen nunmehr, wie wir gesehen haben, noch einige (Geryonia hastata, Liriope eurybia, Cunina rhododactyla) mit älteren Arten identificirt werden. Es wäre somit kein Wunder, wenn bei solcher Sachlage auch die von uns beschriebenen Species als früher bekannte und zum Theil als schlecht bezeichnete sich erweisen sollten. Sehen wir indessen zu, wie sich die Sache verhält. „Wie ich mich — sagt Herr Haeckel — durch eine eingehende Vergleichung seiner Beschreibungen und Abbildungen überzeugt habe, ist von den acht neuen Craspedoten-Species, welche Metschnikoff entdeckt zu haben angibt, keine einzige neu!“ (a. a. O. pag. 651).

1. Dipurena fertilis Metsch. = D. dolichogaster Haeck. „Nach Metschnikoff — sagt Haeckel — soll erstere von letzterer dadurch verschieden sein, dass die Radial-Canäle an ihrer Mündung in den Ringcanal keine Anschwellung besitzen (obwohl er diese selbst gezeichnet!) und ferner dadurch, dass ein Exemplar einen Tentakel am Magenrohr trug“ (a. a. O. pag. 651). Im Anfange des Capitels über Sarsiaden sagten wir, dass der Genusname Dipurena leicht durch den älteren Slabberia Forbes ersetzt werden kann und fügten Folgendes hinzu: „Wir werden übrigens für die von uns zu beschreibende Form den gebräuchlichen Namen Dipurena behalten, da wir die Umänderungen der Gattungsnamen demjenigen überlassen, welcher eine gründliche Revision der Familie der Sarsiaden unternimmt. Wie der Leser leicht einsehen wird, bestand der Zweck unserer Notizen nicht in einer systematischen Bearbeitung der Gattungen und Arten, sondern in der Mittheilung von Angaben,

welche mehr oder weniger Bedeutung für allgemeine Begriffe über Medusen und deren Beziehungen zu benachbarten Gruppen haben" (a. a. O. pag. 49). Diesem Programm gemäss concentrirten wir unsere Beschreibung auf die interessanten Knospungserscheinungen der Dipurena fertilis, hoben ihre Aehnlichkeit mit Siphonophoren hervor, wobei wir auch die Anomalie in der Tentakelbildung erwähnten. Beiläufig sagten wir, dass wir unsere Dipurena mit dem Namen D. fertilis bezeichnen werden, „weil wir nirgends ihre Beschreibung finden konnten"; bei der Beschreibung der Radialcanäle sagten wir, dass diese Organe „auf ihrem Verlaufe keine Erweiterungen besitzen, wodurch schon unsere Dipurena sich von der D. dolichogaster Haeckel's unterscheidet" (a. a. O. pag. 50). Aus diesen Angaben ist klar, dass der abweichende Bau der Radialcanäle keineswegs als einziger Unterschied gedacht wurde und da die Enderweiterungen von uns abgebildet, folglich auch gesehen wurden, so ist leicht einzusehen, dass in Bezug auf die betreffende Frage sich ein Missverständniss eingeschaltet hat. Wir dachten nämlich, was bei der mangelhaften, ohne Abbildungen gegebenen ersten Beschreibung Haeckel's wohl zu entschuldigen ist, dass es sich bei Haeckel um Erweiterungen im Verlaufe der Radialcanäle, also ungefähr in der Mitte, handelt. In diesem Punkte haben wir uns geirrt. Indessen zeigen unsere Abbildungen Merkmale genug, welche unseren Standpunkt rechtfertigen und unsere Form von der in der ersten Arbeit von Haeckel beschriebenen unterscheiden: *a)* statt Nesselringen an Tentakeln besitzen unsere Medusen (a. a. O., Taf. III, Fig. 1—5) eigenthümliche alternirende Ectodermverdickungen, *b)* statt nur zwei Geschlechtscylinder (Haeckel, Jen. Zeit 1864, pag. 338) sahen wir deren vier, *c)* ganz andere Farben, als die von Haeckel erwähnten etc. Dass wir natürlich nie die anomale Bildung eines Tentakels am Magenstamme für ein Artmerkmal erklärten, wie es uns von Haeckel (mit zwei!!) zugeschrieben wird, versteht sich von selbst und findet sich nirgends in unserer Arbeit. Jetzt, nachdem Haeckel Abbildungen seiner D. dolichogaster gegeben hat, zweifeln wir nicht im geringsten, dass diese Art mit D. fertilis identisch ist und dass beide als Slabberia catenata Forb. bezeichnet werden müssen; dabei sehen wir aber, dass er nunmehr manche seiner früheren Angaben (z. B. die Gonaden betreffend) geändert hat. Auch entnehmen wir aus seinen Abbildungen, dass die von ihm beschriebene Sarsia siphonophora wenn nicht identisch, so doch äusserst nahe verwandt mit knospentragen-

den Individuen der D. fertilis. Da Haeckel nur ein einziges Exemplar seiner S. siphonophora fand, welches eben keine Gonaden besass, und da der Hauptunterschied gerade in der Beschaffenheit der letzteren besteht, so ist die Bestimmung der betreffenden Form als einer Sarsia und nicht einer Dipurena ganz willkürlich. Bei der Beschreibung dieser Meduse sagt Haeckel: „Unter allen bisher bekannten Medusen gleicht sie am meisten einer Siphonophore und zeigt deutlich, wie diese schwimmenden Medusen-Stöcke ursprünglich phylogenetisch entstanden sind" (System, I, pag. 20). In diesen Worten, welche mit früheren Ansichten Haeckel's über Siphonophoren so wenig harmoniren, ist ja der Hauptgedanke enthalten, welcher mich bei meiner Auffassung des Siphonophorenorganismus leitete, weshalb auch „D. fertilis" für mich ein so hohes Interesse bekam. Obwohl Haeckel damals schon (während der Verfassung der Craspedoten im Jahre 1879) die russische, mit meiner Frau herausgegebene Arbeit, kannte, sie nur nirgends citirte (nach dem Principe, russische und chinesische Schriften über Medusen zu ignoriren), so hätte er doch, falls er wissenschaftlich handeln wollte, dies in seinem sechsten Anhange bemerken müssen.

2. Bougainvillea coeca hält Haeckel für identisch mit Cytaeis tetrastyla Esch. Den Speciesnamen gaben wir nur bei Gelegenheit der Figurenerklärung am Schlusse der Arbeit. Die Form wurde nur wegen Augenlosigkeit erwähnt. Mit Cytaeis tetrastyla Esch. ist sie schon deswegen nicht identisch, weil letztere viel mehr Mundgriffel besitzt, wie man es bei Eschscholtz (Syst. d. Acal. Taf. VIII, Fig. 2) constatiren kann.

3. Eucope polygastrica sind nach Haeckel jugendliche Larven, zum Theil monströse Varietäten vom Phialidium variabile Haeck. Wie ich oben gezeigt habe, beruht die Annahme der letzteren Art auf einer Verwirrung mehrerer gesonderter Formen. Die mediterranen Clytia flavidula und Cl. viridicans, welche in diesem Gemische enthalten sind, sind von Eucope polygastrica in sämmtlichen von mir untersuchten Altersstufen verschieden.

4. Halopsis Annae M. = Mitrocoma Annae H. Erstens muss ich bemerken, dass wir nie Halopsis Annae als eine „neue Species" in Anspruch nahmen. Wir sagten nur, dass die von Haeckel als Mitrocoma Annae beschriebene Meduse mit Halopsis cruciata so überaus nahe verwandt sei, dass die erstere zur früher aufgestellten Gattung Halopsis Ag. zuge-

rechnet werden müsste. Haeckel erwidert, dass Halopsis in eine ganz andere Familie (Aequoridae) gehört, als Mitrocoma (Eucopidae). Er vergisst, dass er selbst in seiner einzigen Arbeit, welche wir damals citiren konnten (Jen. Zeit. 1864), Mitrocoma zur Familie der Aequoriden rechnete und in seinem System (1879 bis 1880), wo er diese Meduse in die Familie der Eucopiden überführte, that er dasselbe auch mit Halopsis cruciata Al. Ag., welche er als Phialis cruciata einführte. Die nahe Verwandtschaft, auf die wir zunächst aufmerksam gemacht haben, bleibt aber dabei thatsächlich bestehen und wird nunmehr auch von Haeckel anerkannt, was wohl auch kaum anders möglich wäre, da Mitrocoma sich von Phialis nur durch die grössere Anzahl Randkörper unterscheidet. Die weite Kluft, welche Haeckel zwischen Halopsis (Phialis) cruciata und Halopsis ocellata Ag. geschaffen hat, ist rein wilkürlich, ebenso wie seine Auffassung der Fam. Aequoridae gegenüber den Eucopiden.

5. Siphonorhynchus bitentaculatus soll mit Saphenia dinema Esch. identisch sein. Die letztere ist im englischen Canale gesehen worden und von Eschscholtz in einer Weise beschrieben, welche die Annahme einer Identität mit unserer adriatischen Form absolut unmöglich macht. Man vergl. Syst. der Acalephen, pag. 93.

6. Zygodactyla rosea soll nach Haeckel mit seiner Polycanna italica identisch sein. Dieser Angabe fügt Haeckel Folgendes bei: „Bei dieser Art und bei Irene pellucida beschreibt M. die trichterförmigen Excretionsorgane am Ringcanal und rühmt sich dieser wichtigen Entdeckung. Allein dieselben waren schon 31 Jahre früher von Milne-Edwards bei A. violacea deutlich beschrieben und abgebildet worden!“ Auf der anderen Stelle sagt Haeckel: „Ebensowenig neu sind einige anatomische „Entdeckungen“, wie z. B. diejenige der Excretions-Papillen am Schirmrande der Aequoriden.“ Was die erste Frage betrifft, so erinnere ich an das früher Gesagte über den Literaturmangel und den provisorischen Charakter unserer Aequoridenbezeichnung. Wie wenig aber gerade Haeckel berechtigt war, uns daraus eine Beschuldigung zu machen, geht am besten aus der Kritik von Claus hervor, welche beweist, von welcher Masse von Irrthümern das Aequoridensystem Haeckel's wimmelt. Die Zygodactyla rosea, welche nunmehr nicht mit der nicht existirenden Polycanna italica Haeckel's, sondern mit Aequorea Forskalii identisch ist, ist von uns wegen der Excretionspapillen erwähnt

worden. Was die letzteren betrifft, so haben wir nirgends von einer „wichtigen Entdeckung“ derselben gesprochen und noch weniger haben wir uns einer solchen „gerühmt“.[1]) Diese Papillen sind allerdings von Milne-Edwards im Jahre 1841 bei A. violacea beiläufig erwähnt worden; es schien ihm nur, als ob sie perforirt wären, und da er über ihre Rolle und Bedeutung die unrichtige Meinung äusserte, dass sie mit Rhizostomenöffnungen übereinstimmen, so ist es begreiflich, dass seine Entdeckung sogar von solchen Forschern unberücksichtigt wurde, welche sich speciell mit Medusen beschäftigten. So hat im Jahre 1864 Haeckel eine angeblich neue Art — Tima Cari (= Tima pellucida Geg.) beschrieben, bei welcher von „sehr kurzen, kegelförmigen, pigmen-

[1]) Ich erlaube mir die betreffenden Zeilen wörtlich zu übersetzen. „An der Randverdickung der Glocke (bei Tima pellucida) befindet sich der Ringcanal, welcher bei unserem Thiere keine Besonderheiten darbietet. Auf der äussersten Oberfläche der Randverdickung befinden sich eigenthümliche Organe, welche gegenüber jedem Tentakel gelegen sind und welche die Rolle der Excretionsorgane der Meduse spielen. Diese Organe (Taf. V, Fig. 3, ex) haben die Form von nach aussen mündenden Papillen, weshalb wir sie als Excretionspapillen bezeichnen werden. Sie sitzen eigentlich zwischen den Tentakeln und dem Velum, welches bei unserem Thiere mittelgross ist und überhaupt nichts Hervorragendes darbietet. Die Excretionspapillen sind von aussen mit Ektoderm bedeckt, unter welchem sich das die innere Höhle der Papille auskleidende Entoderm befindet. Wir haben wiederholt auf Objecten, welche keinem Drucke des Deckgläschens unterworfen wurden, beobachtet, wie aus der äusseren Oeffnung der Excretionspapille eine feinkörnige Masse ausgeworfen wurde , welche offenbar aus unnützen Verdauungsresten zusammengesetzt war. Diese Beobachtung hat uns die Möglichkeit gegeben, uns einen Begriff über die Rolle der von uns gefundenen Organe zu machen.“ (A. a. O., pag. 57). Und weiter: „Wir haben diese schöne Meduse (Zygodactyla rosea) erwähnt, um den Leser mit den bei ihr befindlichen Excretionspapillen bekannt zu machen, welche ganz ähnlich mit entsprechenden Organen von Tima pellucida sind. Bei Zygodactyla liegen diese Organe ebenfalls hinter den Tentakeln, zwischen den letzteren und dem Velum (Taf. V, Fig. 7, ex). Sie haben eine beinahe konische Form und münden nach aussen mit einer sehr weiten und deshalb sehr auffallenden Oeffnung. Die Höhle der Papille communicirt mit dem nahe liegenden Ringcanale, welcher ebenfalls mit den Tentakelhöhlen in Verbindung steht. Es ist keinem Zweifel unterworfen, dass Alex. Agassiz die von uns beschriebenen Excretionspapillen bei einigen Formen der Fam. Aequoridae (bei Rhegmatodes tenuis, Zygodactyla groenlandica und Aequorea albida) bereits gesehen hat; indessen, wahrscheinlich durch den Gebrauch nur schwächerer Vergrösserungen (auf was die von ihm mitgetheilten ziemlich oberflächlichen Abbildungen hinweisen) hat er sie nicht genug beobachtet und die äussere Mündung übersehen, weshalb ihm auch die wichtige Bedeutung derselben entgangen ist.“ (A. a. O., pag. 59.) Das Wort „wichtig“ ist also nur einmal von uns gebraucht worden, und zwar um nicht die „wichtige Entdeckung“ zu „rühmen“, sondern um die Wichtigkeit der physiologischen Rolle der Excretionspapillen zu bezeichnen.

tirten Bulbi" die Rede ist, welche eben nichts Anderes sind, als Excretionspapillen. Weder die wirkliche Bedeutung, noch die Verwandtschaft mit entsprechenden Bildungen bei Aequorea sind damals Haeckel bekannt gewesen.

7. Cunina proboscidea soll mit C. vitrea Geg. identisch sein, was aber entschieden unrichtig ist, wie es oben auseinandergesetzt wurde.

8. „Cunina striata M., 1870" = „Cunantha striata, Haeckel pag. 315. Auch von dieser Art beobachtete M. nur geschlechtslose Jugendformen!" (Syst., I, pag. 652). Diese von uns im Jahre 1871 beschriebene Art soll ebenfalls nicht neu sein, weil sie von Haeckel acht Jahre später als Cunantha striata Haeckel als nova species in sein System (I, pag. 315) aufgenommen wurde! Wie konnten wir aber im Jahre 1871 wissen, dass Haeckel diese nova species im Jahre 1879 beschreiben wird! Merkwürdig dabei ist aber folgender Umstand. Beim Fundort der Cunantha striata steht: „Mittelmeer; Villafranca bei Nizza, April 1864, Haeckel."

Wenn wir nunmehr die erste Medusenarbeit Haeckel's consultiren (Jen. Zeitschr. 1864, pag. 326), so finden wir folgenden Passus: „Der Beschreibung der neuen Formen schicke ich eine Aufzählung aller craspedoten Medusen voran, die ich in dieser Zeit (März und April 1864) in den Buchten von Nizza und Villafranca beobachtet habe." Unter den 28 Arten des Haeckel'schen Verzeichnisses ist eine Cunantha oder Cunina striata gar nicht angeführt. Von Aeginiden sind folgende 5 Arten verzeichnet: Aeginopsis mediterranea J. Müll., Aegineta solmaris Geg., Aegineta flavescenz Geg., Cunina albescens Geg., Cunina rhododactyla Haeckel, also keine einzige Form, auf die man C. striata auch nur annäherungsweise beziehen könnte. Hätte Haeckel diese, durch die rippenförmigen Nesselstreifen so auffallende Meduse wirklich gesehen, so wäre es unmöglich gewesen, dass er, der doch eine systematische Arbeit über Medusen verfertigte, sie mit anderen Arten verwechselte. Aber vielleicht hat er sie nicht am Leben beobachtet, sondern erst nach Rückkehr aus der conservirten Sammlung herausgeholt? Wir wissen ja, dass er die berühmten Knospenähren und die Anatomie der C. rhododactyla an solchem Material untersuchte! Wenn diese Vermuthung richtig wäre, so wäre es unmöglich, dass Haeckel im Capitel über die Anatomie der C. rhododactyla so auffallende Thatsachen, wie den Ring canal und die

Nesselstreifen der C. striata ignorirte. Indessen sagt er (Fam. der Rüsselquallen, 1865, pag. 130): „Nun ist aber in der That dennoch ein am Schirmrande verlaufendes Ringgefäss vorhanden, welches die äusseren Enden der Magentaschen verbindet, so dass diese keineswegs blind geschlossen sind, sondern als vollkommen gleich den Radialcanälen der übrigen Craspedoten sich ausweisen. Wenigstens lässt sich bei unserer C. rhododactyla dieses Verhältniss mit der grössten Deutlichkeit nachweisen." Und weiter pag. 133: „Aehnliche Spangen sind auch von Fritz Müller bei C. Köllikeri als „Nesselstreifen" beschrieben worden. Anderen Aeginiden scheinen dieselben dagegen zu fehlen." Aus beiden Citaten, namentlich aus dem letzten Passus, geht unzweifelhaft hervor, dass Haeckel im Jahre 1865, als er bereits conservirtes Material untersuchte (er erwähnt pag. 156 sogar eine kleine Cunina, welche er früher für junge C. rhododactyla hielt, die aber 8—12 Tentakeln besitzt und deshalb schon nicht für C. striata zu halten ist), die C. striata gar nicht kannte.

Es bleibt also nichts übrig, als anzunehmen, dass Haeckel eine so auffallende Form, wie C. striata, erst nach dem Jahre 1865 in seiner im Jahre 1864 gemachten Sammlung auffand. Diese an und für sich sehr gezwungene Vermuthung dürfte indessen daran scheitern, dass C. striata überhaupt die einzige neue Form ist, welche von Haeckel im Jahre 1864 gefangen und zum erstenmale im „Systeme" aufgeführt wurde; wenigstens habe ich nach mehrmaligem Suchen keine andere Meduse im Haeckel'schen grossen Werke finden können, welche das Schicksal der C. striata theilte. Falls wir zur geäusserten Vermuthung greifen wollten, so müssten wir uns Folgendes denken: Herr Haeckel, der im Jahre 1864 ein Verzeichniss der Nizzaer Medusenfauna machte und aus geringfügigsten Dingen angeblich neue Arten aufstellte (Tima Cari, Tiara smaragdina etc.), der im Jahre 1865 nach conservirten Exemplaren eine ausführliche Anatomie mehrerer Medusen, darunter auch der Aeginide C. rhododactyla, bearbeitete, ignorirt die von ihm im April gefischte ganz auffallende Medusenform, um nur diese allein in späteren Jahren bei Anfertigung seines grossen Werkes wieder zu entdecken. Wie wusste er aber unter solchen Umständen, wenn er die Meduse nicht an Ort und Stelle erkannte, dass sie im April und nicht im März gefangen wurde? Die von Haeckel gegebene Beschreibung der C. striata stimmt mit unseren Angaben durchaus überein; nur hat er noch die ringförmige Gonade hinzugesetzt. Sei dem übrigens

wie ihm wolle, so kann man doch nicht daran zweifeln, dass unsere C. striata als neue Art mit Recht von uns aufgeführt werden konnte. Da in obigen Zeilen das Verfahren Herrn Haeckel's, welches mit einer wissenschaftlichen Kritik nichts zu thun hat, hinreichend erläutert zu sein scheint, so erlaube ich mir mit der Bitte zu schliessen, dass diejenigen Forscher, welche den sechsten Anhang zu Haeckel's System der Medusen benutzen wollen, daneben auch unsere, von ihm so heftig angegriffene Arbeit nachzuschlagen nicht vernachlässigen.

Odessa, den 2./14. November 1885.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. I.

Fig. 1. Eine Velellameduse mit Geschlechtsanlage —g. Vergrösserung Ocul. 3 + Syst. 2, Hartnack.

Fig. 2. Eine reife männliche Velellameduse. Ocul. 3 + Syst. 2.

Fig. 3. Reife Zoospermien derselben Ocul. 3 + Syst. 9 (trocken).

Fig. 4 Magen einer reifen weiblichen Velellameduse. Ocul. 3 + Syst. 2.

Fig. 5 Ein isolirtes Ei derselben. Ocul. 3 + Syst. 4.

Fig. 6. Tiaropsis mediterranea. Natürl. Grösse.

Fig. 7. Dieselbe. Ocul. 3 + Syst. 4.

Fig. 8. Ein Randkörper derselben. Ocul. 3 + Syst. 4.

Fig. 9. Ein Quadrant der Clytia flavidula.

Fig. 10. Ein Tentakel derselben. Ocul. 3 + Syst. 2.

Fig. 11. Ein Quadrant der Clytia viridicans.

Fig. 12. Ein Tentakel derselben. Ocul. 3 + Syst. 2.

Fig. 13. 14 Clytia viridicans in natürl. Grösse.

Fig. 15. Eine eben geborene Cl. flavidula. Ocul. 2 + Syst. 4.

Fig. 16. Eine junge Cl. viridicans. Ocul. 4 + Syst. 2.

Fig. 17. Sminthea eurygaster Geg. Natürl. Grösse.

Fig. 18. Ein anderes Exemplar derselben Species, neunmal vergrössert.

Fig. 19. Eine Tentakelspitze derselben Art. Ocul. 3 + Syst. 4.

Fig. 20. Ein Randkörper derselben Art. Ocul. 3 + Syst. 7.

Taf. II.

Fig. 21. Eine männliche Aglaura hemistoma aus Messina.

Fig. 22. Ein reifes Weibchen derselben Art.

Fig. 23. Das Ende eines Tentakels derselben Species. Ocul. 3 + System 4.

Fig. 24. Cunina proboscidea. Natürl. Grösse. } Copien a. d.

Fig. 25. Ein Randkörper mit dem Nesselstreifen Ocul. 1 + Syst. 2. } russ. Arbeit.

Fig. 26. Ein Segment derselben Art. e = Brut, p = Peronealcanal, v = Velum.

Fig. 27. Diejenige Aeginidenart, welche ich für identisch mit der im Geryoniamagen sich entwickelnden parasitischen Meduse halte. Vergr. 7mal.

Fig. 28. Ein Theil derselben, stärker vergrössert.

Fig. 29. Ein männliches Exemplar von Polyxenia leucostyla Will, 7mal vergrössert. t = Hoden.

Fig. 30. Ein weibliches Exemplar von Nausithoë marginatum Köll.

Fig. 31. Ein Randkörper desselben. Ocul. 3 + Syst. 4.

Druck von Gottlieb Gistel & Comp., Wien, I., Augustinerstr. 12.

Fig. 1.

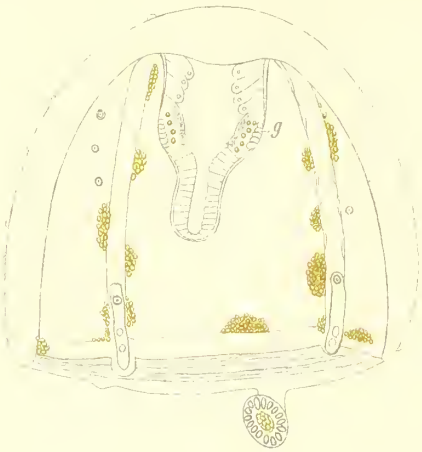


Fig. 2.

Fig. 4.

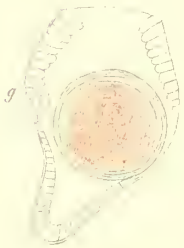


Fig. 8.

Fig. 5.

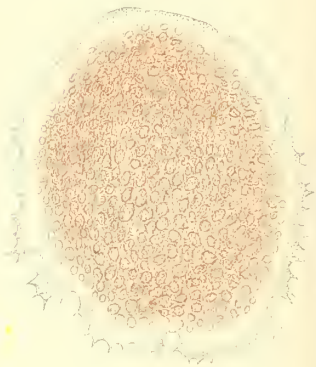


Fig. 12.

Fig. 10.

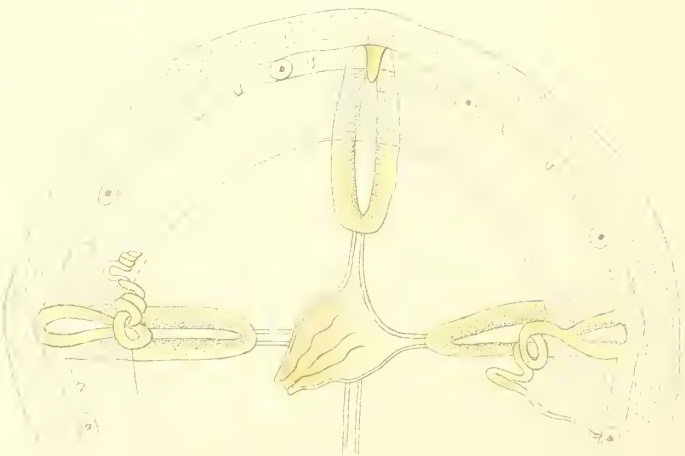
Fig. 3.

Fig. 6.

Fig. 14.

Fig. 13.

Fig. 7.



Verlag v. Alfred Hölder, k.k. Ho

Fig. 15.

Fig. 16.

Fig. 18.

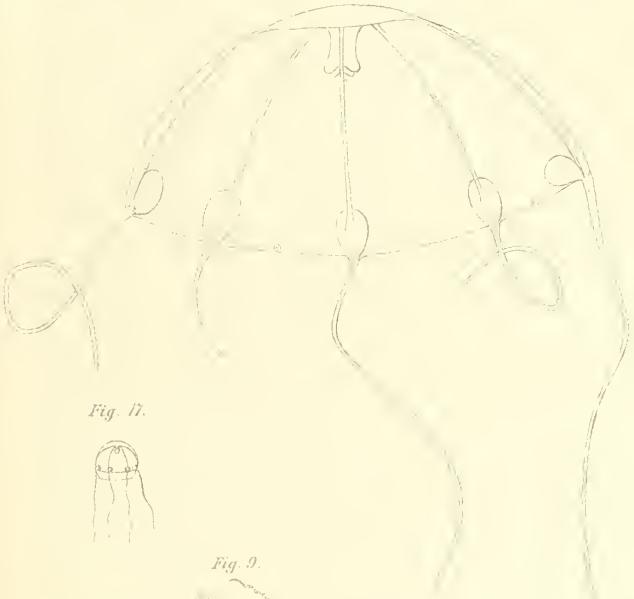


Fig. 19.

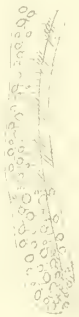


Fig. 17.

Fig. 20.

Fig. 9.

Fig. 11.

k.k. Hof- Universitäts-Buchhandlung in Wien.

Fig. 21.

Fig. 22.

Fig. 30.

Fig. 25.

Fig. 24.

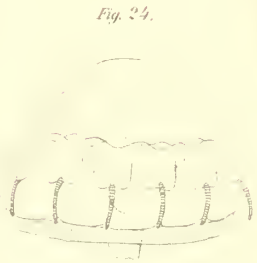
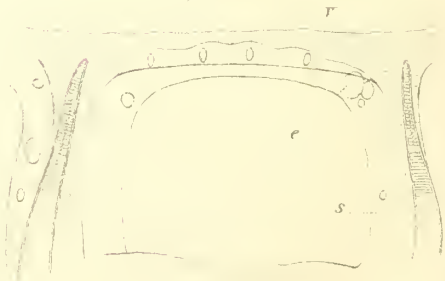


Fig. 23.

Fig. 26.



Verlag v. Alfred Hölder, k.k. Hof-

Fig. 28

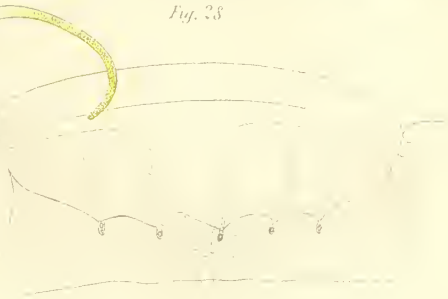


Fig. 27.

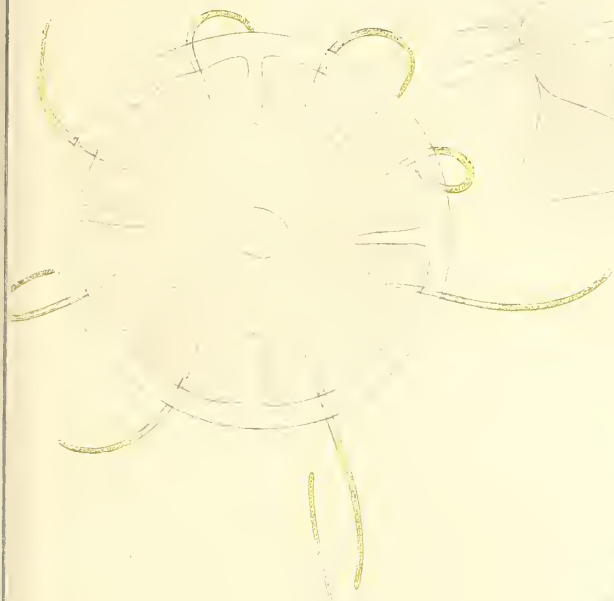
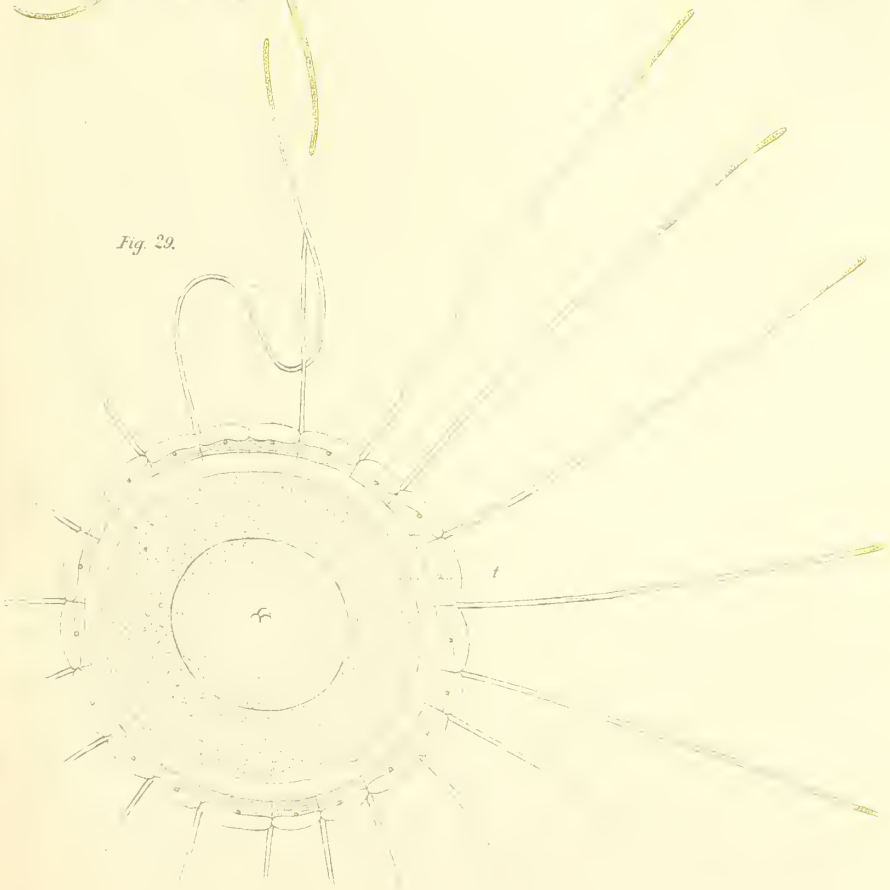


Fig. 31.

Fig. 29.



k. Hof- und Universitäts-Buchhandlung in Wien.

Untersuchungen

über die

Organisation und Entwickelung von Branchipus und Artemia

nebst

vergleichenden Bemerkungen über andere Phyllopoden.

Von

C. Claus.

(Mit 12 Tafeln.)

Die monographische Behandlung von Nebalia, welche ich seit geraumer Zeit vorbereite, liess mir eine möglichst genaue Kenntniss des Organismus der Phyllopoden wie Schizopoden wünschenswerth erscheinen und war die Veranlassung, mich nochmals näher mit Branchipus zu beschäftigen.

Dass ich gerade diese Form als Repräsentanten der Phyllopoden wählte, lag einmal in der leichten Beschaffung des Materials, dann aber vornehmlich in dem Umstand begründet, dass bei Branchipus die ursprünglichen Verhältnisse der Organisation am wenigsten verändert zu sein scheinen und insbesondere die postembryonale Entwicklung eine reiche Fülle von Larvenstadien bietet, welche sich als wahre Musterobjecte histologischer Untersuchung erweisen und zur Erforschung der Bildungsvorgänge sehr geeignet sind, die bei anderen Crustaceen abgekürzt und vereinfacht in das Embryonalleben fallen, hier sich aber ganz allmälig vollziehen. Die Kenntniss der Branchipusentwicklung schien mir daher auch zum Verständniss der Embryonalentwicklung der Malakostraken geradezu Vorbedingung. Zudem waren mir durch frühere Beschäftigung mit dem gleichen Gegenstande zahlreiche Verhältnisse bereits aus eigener Anschauung bekannt, und ich musste den Wunsch hegen, eine Reihe damals unerledigt gebliebener oder unzureichend

behandelter Fragen mit Hilfe der seither in so hohem Masse verbesserten Untersuchungsmethoden einer Lösung näher zu führen.

Das Material zu den neuen Beobachtungen lieferte mir eingetrockneter, seit vielen Jahren aufbewahrter Schlamm aus einer Lache vom Laaer Berge, in welcher ausser Estherien- und Ostracoden, die Eier von Br. torticornis in grosser Menge enthalten waren. Neben der Untersuchung des lebenden Objectes leistete mir die Methode feiner Querschnitte (in der zuerst von Giesbrecht beschriebenen und später von P. Mayer verbesserten Modification) vortreffliche Dienste, und habe ich es vornehmlich der Anwendung dieser Untersuchungsform zu danken, wenn es mir gelang, zu einer vollkommeneren Einsicht mancher bislang unbekannten Bildungsvorgänge und interessanter Einzelheiten der Organisation zu gelangen.

Zunächst kam es mir darauf an, die Anlagen der Metameren und deren mit der allmäligen Metamorphose verbundenen Veränderungen, über welche meine frühere Darstellung[1]) bei der ausschliesslichen Untersuchung der lebenden Larve nur unvollständigen Aufschluss geben konnte, genauer festzustellen und die Entstehung und Entwicklung der einzelnen Organe näher zu verfolgen. Diesen Beobachtungen schloss sich die Untersuchung der ausgebildeten Organe und deren feinerer Structur naturgemäss an.

Von Artemia salina, die ich mir in reicher Menge aus den Salinen von Capo d'Istria verschaffen konnte, habe ich weniger die Entwicklung als die Organisation vergleichend berücksichtigt.

I. Die Metamerenbildung und Entwicklung des Leibes während der Metamorphose.

Die eben ausgeschlüpfte Branchipus-Larve wiederholt bekanntlich nach Zahl und Gestaltung der Gliedmassenpaare die Naupliusform, erscheint jedoch in der Differenzirung der Rumpfregion verhältnissmässig weiter vorgeschritten, indem sie bereits den Metanaupliuszustand in sich einschliesst. Obwohl zahlreiche gelbliche Fettkugeln und ovale Eiweisskörperchen, welche in diesem Stadium die Gewebe mit Ausnahme der Ganglien und Nerven erfüllen, die Untersuchung des lebenden Thieres überaus erschweren, kann man sich doch mit Hilfe starker Vergrösserung überzeugen, dass unter der Cuticula nicht nur die Segmente der Maxillen, sondern auch die beiden nachfolgenden Metameren mit den wulstförmigen

[1]) C. Claus: Zur Kenntniss des Baues und der Entwicklung von Branchipus stagnalis und Apus cancriformis. Göttingen 1873.

Anlagen der Beine bereits angelegt sind und dass auf diese noch ein langgestreckter Abschnitt folgt, in welchem die segmentale Gliederung des Mesodermstreifens begonnen hat.

Auf Querschnitten, die man an gut erhärteten Objecten leicht in vollständiger Reihenfolge herstellt, vermag man nachzuweisen, dass das Gehirn und Mandibelganglion noch mit dem Ektoderm verbunden sind (Taf. I, Fig. 4, 7, 8), während die Schlundcommissuren mit dem Antennenganglion vom Ektoderm bereits abgerückt erscheinen. Augen-, Antennennerven und Lippennervenring lassen sich mit Sicherheit nachweisen. Die Antennendrüse hat schon die volle Ausbildung der späteren Stadien erlangt. Am Mitteldarm erheben sich bereits die beiden sog. Leber-Aussackungen und ebenso sind die Gewebslagen desselben, sowie des Mund- und Enddarmes bereits deutlich erkennbar. Dagegen zeigt die Mesodermanlage in dem langgestreckten auf das Mandibelsegment folgenden Leibesabschnitt bis auf das ganz kurze, durch die Dilatatoren des Enddarmes abgehobene Afterstück eine noch indifferente, embryonale Beschaffenheit ihrer Elemente. Vor diesem von mir früher als Präfurcalabschnitt (Praefurcalsegment) bezeichneten Afterstück bildet der Hinterrand des Mesodermstreifens eine scharfe Grenzlinie, über welche hinaus nach hinten keine Zellelemente übertreten.

Beide Mesodermstreifen scheinen unmittelbar vor dem Afterstück ventralwärts als Bauchplatte vereint, bleiben dagegen an der Dorsalseite in einigem Abstande rechts und links von der Mittellinie entfernt, so dass oberhalb des Darmcanals, zwischen Darm und Ektoderm, eine von Mesoderm freie Erweiterung der Leibeshöhle bemerkbar ist. Diese hintere Region der Mesodermstreifen, welche ich als Knospungszone bezeichnen werde, vermittelt durch lebhafte Wucherung ihrer Zellen das Wachsthum in der Längsachse und besteht aus einer einzigen Lage rundlicher, in den Leibesraum vorspringender Zellen, welche sich meist recht gut von den etwas höheren, mit ovalen Kernen versehenen Ektodermzellen abheben. Der Darmwand liegen keinerlei mesodermale Elemente von indifferenter Beschaffenheit etwa als Reste eines visceralen Mesodermblattes auf; vielmehr fungiren hier die Mesodermelemente bereits als Muskel- und Bindegewebszellen, welche durch fortgesetzte Theilung das mit der äusseren Körperwand parallel fortschreitende Wachsthum des Darmes vermitteln. Somit entwickelt sich das splanchnische Mesoblast unabhängig von den Somiten, in welche sich lediglich das dem Ektoderm anliegende parietale Blatt des Mesodermes gliedert, ein sehr wesentlicher und

wie es scheint für die Crustaceen überhaupt und wohl für alle Arthropoden giltiger Unterschied von den Anneliden. Die erstere Differenzirung des Mesodermes fällt offenbar in die früheste Entwicklungsperiode der Naupliuslarve hinein und dürfte sich ähnlich verhalten, wie wir dieselbe durch C. Grobben[1]) für die Copepoden (Cetochilus), beziehungsweise in vereinfachter zusammengezogener Form für die Daphniden (Moina) kennen gelernt haben.

Die Art und Weise, wie die Mesodermanlage zur Herstellung der parietalen und visceralen Mesodermgewebe im Stirnabschnitt, den beiden Rumpfsegmenten und im Afterstück des Nauplius-leibes verwendet wird, ist bislang des Näheren nicht bekannt geworden; im weiterem Verlaufe der Entwicklung aber verhalten sich die zur Darmbekleidung übergetretenen Elemente den parietalen gegenüber durchaus selbstständig und insofern abweichend, als dieselben keinen indifferenten der Knospungszone jener entsprechenden Abschnitt am Darme bilden, das Wachsthum desselben vielmehr durch Theilungsvorgänge der bereits differenzirten Elemente vermittelt wird. Hiermit soll keineswegs die Betheiligung des parietalen Mesodermblattes an der Erzeugung bindegewebiger Septen sowie am Darme sich befestigender Fäden und Balken in Abrede gestellt werden; im Gegentheil ist dieselbe im Laufe der weiteren Entwicklung besonders bei Artemia leicht nachweisbar (Taf. III, Fig. 1). Ein Uebertreten aber von Muskelzellen zur Vermehrung der Ringmuskeln der Darmwand findet auch in der Region der Knospungszone nicht statt.

In das Afterstück, welches später die beiden Furcalfortsätze bildet, reicht der Mesodermstreifen nicht hinein, und es erscheint nicht begründet, wenn C. Grobben eine grössere, jenem angehörige Zelle am Ende des Mesodermstreifens der Branchipuslarve auf diesen bezieht und als wahrscheinlich ableitet, dass das Mesoderm bei Branchipus in Form zweier Zellen am hinteren Rande des Gastrulamundes angelegt wird. In Wahrheit sind es aber jederseits nicht eine, sondern zwei Zellen, welche in einiger Entfernung vom Hinterrand des Mesodermstreifens an der Wand des Afterstückes anliegen (Taf. I, Fig. 10, 11 Tz.). Dieselben erhalten sich in allen nachfolgenden Larvenstadien unverändert, nehmen nur an Grösse zu und sind noch an jungen postlarvalen Formen als zwei Zellen unter

[1]) C. Grobben: Die Entwicklungsgeschichte von Cetochilus septentrionalis Goodsir. Arbeiten aus dem zoologischen Institute. Wien, Tom. III. 1881. Derselbe: Entwicklungsgeschichte der Moina rectirostris. Ebendaselbst, Tom. II., 1879.

der Haut erkennbar. Eine Theilung oder gar fortgesetzte Wucherung dieser Zellen, durch welche das Zellmaterial der mesodermalen Knospungszone vermehrt würde, habe ich in keinem Falle beobachten können. Dagegen erfolgt die Zellvermehrung durch rasche und lebhafte Zelltheilung innerhalb der Knospungszone, in deren vorderer Region sich eine transversale Gliederung in Somiten vorbereitet. Als solche sind bereits die Segmente der Maxillen und der beiden vorderen Beinpaare unterhalb der Cuticula abgegliedert und nicht nur durch eine bedeutendere Dicke der hier mehrschichtig gewordenen Mesodermlage, sondern durch Verdickungen im Ektoderm, den Anlagen der Ganglien und Gliedmassen in vorgeschrittener Differenzirung begriffen (Taf. 1, Fig. 2).

Die Anlagen der Extremitäten liegen ziemlich lateral und bilden äussere Aufwulstungen. Mit denselben alterniren die der Medianlinie zugewendeten Ganglienanlagen und erzeugen nach innen vorspringende Wülste, welche von dem medialen Theil des Mesodermstreifens überkleidet werden (Taf. I. Fig. 3). In den Maxillarsegmenten sind die Ganglienwülste bereits stärker in den Leibesraum vorgesprungen, doch bleibt hier die Mesodermlage weit schwächer als in den Beinsegmenten, wo dieselbe nach dem Leibesraum jederseits eine dorsale, laterale und ventrale Vorwölbung bildet. Die dorsale begrenzt mit der entsprechenden der andern Seite eine breite, später zum Lumen des Rückengefässes sich abschliessende Höhlung, welche ventralwärts durch die dorsale Darmwand von den engeren Seitenspalten des Leibesraumes abgegrenzt wird und sich in die Maxillarsegmente fortsetzt. Eine regelmässige Strömung der Blutflüssigkeit findet noch nicht statt. Man bemerkt nur ganz vereinzelte, mit Fetttröpfchen gefüllte Blutkörperchen, die sich wohl auf vom Mesoderm gelöste Elemente zurückführen lassen dürften, und sieht dieselben im Leibesraume durch die Bewegungen des Darmes und der Extremitäten hin und her getrieben.

In den nachfolgenden Entwicklungsstadien, welche sich bei raschem Verbrauche der Fettkugeln und Eiweisskörner mehr und mehr aufhellen und deshalb zur Untersuchung günstiger werden, nimmt mit der Streckung des Körpers das Wachsthum des Mesodermstreifens und die Gliederung desselben in neue, mit den vorausgehenden übereinstimmende Somiten allmälig zu, während sich gleichzeitig die angelegten Organe weiter ausbilden, und aus den indifferenten Mesodermzellen das Herz und die Muskulatur, der Fettkörper, die Blutzellen und Bindegewebsbildungen zur Sonderung gelangen.

Um einen Einblick in die mit der Grössenzunahme fortschreitende Segmentirung und innere Differenzirung zu gewinnen, erscheint es erforderlich, eine kurze Beschreibung der aufeinanderfolgenden Larvenstadien nach ihren wichtigsten Eigenschaften vorauszuschicken. Man wird der besseren Uebersicht halber zwei Perioden der Metamorphose unterscheiden, von denen die erste die jüngeren Larven bis zu einer Körperlänge [1]) von etwa 2·4 Mm. umfasst und durch Neubildung von Metameren und Gliedmassen bezeichnet ist. Die Antennen und Mandibeltaster bewahren bis zum Schlusse derselben, mit welchem die volle Zahl der Segment- und Gliedmassenanlagen erreicht ist, die Larvencharaktere und erst mit der zweiten Entwicklungsperiode beginnt die mit dem Vorrücken nach der Stirn verbundene Umgestaltung der zweiten Antennen zu den sogenannten Kopfhörnern, sowie die Reduction des Mandibeltasters bis zu dessen gänzlichem Schwunde. Diese zweite Periode kann man als die der sexuellen Differenzirung bezeichnen, da sich während derselben die Genitalsegmente in der für beide Geschlechter charakteristischen Weise entwickeln, und hiermit parallel die accessorischen Sexualunterschiede sich ausbilden. Am Schlusse derselben haben mit einer Körperlänge von etwa 5 bis 6 Mm. die Gliedmassen im Wesentlichen die Gestaltung der Geschlechtsform erreicht, und es folgt nun die Zeit des postlarvalen Wachsthums und der sexuellen Reife bis zur Körpergrösse des völlig erwachsenen Thieres.

Nach Abstreifung der Naupliushülle erscheinen an dem kegelförmig gestreckten Leib der etwa 0·7 Mm. langen Larven die beiden vorderen Brustsegmente mit ihren wulstartig vorragenden Gliedmassenanlagen als Querringe schärfer abgesetzt, und treten in dem kurzen Afterstück die beiden grossen Seitenzellen hinter dem Rand jedes Mesodermstreifens deutlicher hervor. An der Ventralseite beginnen die in der Knospungszone vereinigten Mesodermstreifen median auseinanderzuweichen, so dass die in denselben gebildeten Somiten zwei völlig getrennte Mesodermspangen enthalten. Wie ich bereits in meiner früheren Arbeit zeigte, sind die letzteren nur aus zwei Zellenreihen zusammengesetzt. An der Mandibelgliedmasse hat der Kieferfortsatz, welcher im Naupliusstadium (Taf. II., Fig. 8) einen abgerundeten Höcker darstellt, bereits die Form der Kieferladen mit stark chitinisirtem Kau-

[1]) Gemessen vom Stirnrand bis zum Ende der Furcalglieder ohne Schwanzborsten bei B. torticornis.

rand gewonnen. Am Rücken der zwei ringförmig abgesetzten Brustsegmente hat sich die Anlage der zugehörigen Herzkammern von dem Mesodermstreifen getrennt und ebenso die Aortenwand in der Maxillarregion selbstständig abgehoben. Es liegt somit der Formzustand der Herzanlage vor, aus welchem ohne Verwendung nachfolgender Kammeranlagen das kurze sackförmige Herz der Entomostraken mit dem seitlichen Ostienpaare und eventuell hinterer Spaltöffnung (Copepoden) hervorgegangen sein mag.

Larven [1]) von etwa 0·8 Mm. Länge besitzen bereits fünf vortretende Brustsegmente mit den zugehörigen Paaren von Dorsalborsten und Beinwülsten, von denen die beiden vorderen zweilappig sind. Dazu kommen noch vier unter der Cuticula bemerkbare Segmentanlagen, von denen die letzte noch nicht aus dem Verbande der Knospungszone ausgeschieden ist. Das Afterstück hat jederseits einen Furcalhöcker und auf diesem eine Furcalborste gebildet. Das Herz besteht aus drei oder vier Kammern, von denen die letzte noch am Mesodermstreifen haftet und zeigt noch keine Pulsationen, obwohl Blutkörperchen in aufsteigender Bewegung den Raum desselben durchsetzen. Von den Ganglienanlagen der Bauchkette werden die der Maxillen und drei vorderen Beinsegmente als rundliche Auftreibungen unter der Haut erkannt (Taf. II, Fig. 1).

Erst in dem nächst älteren Stadium [2]) von 0·9 Mm. Länge erscheint der Larvenleib vollkommen aufgehellt. Von den nunmehr sechs freien Segmenten zeichnen sich die beiden vorderen durch ihren bedeutenderen Umfang und die vorgeschrittene Differenzirung der zugehörigen Beine aus. Die fünfte und sechste Beinanlage ist noch auf einen einfachen, häkchenfreien Wulst beschränkt. Es folgen dann noch unterhalb der Cuticula vier bis fünf deutlich gesonderte Mesodermsegmente und zwei noch in der Knospungszone gelegene Segmentanlagen. Das Herz besteht aus fünf fertig gebildeten Kammern, zu denen noch die im Mesodermstreifen haftenden Anlagen der zwei bis drei nachfolgenden Kammern hinzukommen, und ist bereits in lebhafter Contraction begriffen. Von dorsalen Tastborsten sind 6 oder 7 Paare vorhanden. Auch eine zweite, zu der ersteren lateral gestellte Furcalborste ist jetzt gebildet.

Larven von 1 Mm. bis 1·2 Mm. Länge [3]) besitzen 7 freie

[1]) Entspricht der in Fig. 3 meiner Abhandlung über Apus und Branchipus abgebildeten Larve.

[2]) Entspricht der Fig. 5 derselben Arbeit.

[3]) Vergl. Fig. 6 derselben Arbeit.

Segmente und ebensoviel Beinpaare, von denen die beiden letzten noch einfache häkchenfreie Wülste sind. Unter der Haut folgen 6 Segmentanlagen, die letzte derselben noch im Bereiche der Knospungszone. Das Herz ist 7- bis 8kammerig exclusive der beiden nachfolgenden noch weiter abstehenden und am Mesodermstreifen haftenden Kammeranlagen. Zur Seite desselben erheben sich jetzt 7 bis 8 Paare von Tastborsten an den entsprechenden Segmenten. Von den Ganglien der Bauchkette treten fünf bis sechs mit grosser Schärfe hervor.

Schon jetzt erkennt man, dass die dorsale Differenzirung am Mesoderm der ventralen gegenüber etwas voranschreitet, indem hier bereits die 13te beziehungsweise auch 14te Segmentanlage mehr oder minder scharf abgegrenzt hervortritt, während an der Bauchseite erst die 12te von der Knospungszone gesondert ist.

Im nächsten Stadium [1]), welches eine Länge von 1·3 bis 1·4 Mm. besitzt und 9 Paare von Beinwülsten entwickelt hat, sind an den Furcalfortsätzen zwei neue Borstenanlagen, eine mediale und laterale, hinzugekommen (Taf. II, Fig. 4). Der 8te und 9te Beinwulst ist noch einfach und ohne Häkchen. Das Herz reicht bis in das 10te Segment und steht im Begriffe, durch eine 11te Kammer ergänzt zu werden. Bis hierher erstrecken sich auch die dorsalen Tastborstenpaare, von denen die des 4ten und 9ten beintragenden Segmentes auffallend medialwärts stehen. Die Somitenanlagen des Mesoderms reichen bis zum 15ten Segmente, indem ventralwärts das 16te Somit noch in der Knospungszone enthalten ist. In den Querschnitt desselben fällt die Grenze zwischen Mitteldarm und Afterdarm.

An Larven von 1·6 Mm. ist auch das 16te Somit scharf abgesetzt, und der 10te und 11te Beinwulst unter der Cuticula sichtbar. Das Herz reicht bis zum 12ten Segment.

Mit der nachfolgenden Häutung hat der Larvenleib eine Länge von 1·75 bis 1·8 Mm. erreicht, und die Beinwülste des 10ten und 11ten Segmentes treten als freie Wülste hervor. Dorsalwärts reichen die Borstenpaare bis zum 14. Segment, in welchem die Wandung einer neuen Herzkammer in der Bildung begriffen ist. Ventralwärts bemerkt man am 15ten Segmente unter der Cuticula die Anlage eines Tastborstenpaares.

Im nachfolgenden 1·9 bis 2 Mm. langen Larvenstadium sind nur noch der letzte und vorletzte Beinwulst einfach. Das Herz reicht bis zum 15ten Segmente, hinter welchem sich die Seiten-

[1]) Vergl. Fig. 7 meiner Abhandlung über Apus und Branchipus.

wand der 16ten Kammer vom Mesoderm ablöst (Taf. II, Fig. 5). Auch sind jetzt 16 Paare dorsaler Tastborsten vorhanden, von denen die des 4ten, 9ten und 13ten Segmentes auffallend weit medialwärts stehen. An der Bauchseite steht die ventrale Tastborste des 15ten Segmentes frei hervor, und unter der Cuticula bemerkt man am 17ten Segmente ein zweites ventrales Paar von Tastborsten. An der Rückenseite sind sämmtliche Mesodermsomiten abgesetzt, die des letzten oder 19ten Segmentes, dem Reste der Knospungszone entsprechend, jedoch noch mit der deutlich markirten Anlage zu einem 20ten Segmente, welche jedoch im Verlaufe der weiteren Entwicklung rückgebildet wird und in das 19te Segment einschmilzt. Ventralwärts erscheinen das 18te und 19te Segment noch nicht gesondert.

Etwas grössere Larven von 2·1 bis 2·2 Millimeter Länge sind an zwei Paaren ventraler Tastborsten am 15ten und 17ten Segmente kenntlich, zu denen noch ein drittes Paar unter der Cuticula des 19ten Segmentes hinzukommt. An jedem Furcalfortsatz finden sich jetzt 6 bis 7 Borsten, im letzteren Falle vier laterale und drei mediale. Das 18te Somit ist auch ventralwärts ziemlich deutlich gesondert. Die Anlage eines 20ten Somiten an der hinteren Grenze der Knospungszone ist noch erkennbar. Das Herz besteht aus 17, beziehungsweise 18 Kammern, hinter denen sich die Anlage der 19ten oder Endkammer vom Mesodermstreifen abhebt. Auch die Anlagen der hinteren Beinganglien werden bei tiefer Einstellung erkannt, in gleicher Weise die Ganglienanlagen der beiden Genitalsegmente (12 und 13), von denen sich Extremitätenwülste in ganz ähnlicher Weise wie im Larvenstadium von 1·8 Mm. Länge die Wülste der beiden vorausgehenden Beinpaare abheben (Taf. II, Fig. 6).

Bei einer Länge von 2·3 bis 2·4 Mm. endlich sind sämmtliche Somiten gesondert und die Genitalwülste am 12ten und 13ten Segmente auch als äussere Auftreibungen erkennbar (Fig. 7). Das Herz besitzt nunmehr die vollständige Kammerzahl und öffnet sich mit medianer Spalte im 19ten Segmente, hinter welchem noch der Ueberrest einer 20ten Segmentanlage vor dem relativ gestreckten Afterstück erhalten ist. An den Furcalgliedern werden jetzt acht Schwanzborsten beobachtet, die letztgebildete am Medialrande als winzig kurze Spitze. Von Tastborsten sind ein ventrales Paar am 19ten, ein dorsales am 18ten Segmente hinzugekommen. Das 10te und 11te Beinpaar erscheinen noch als zweilappige Wülste von sehr geringer Grösse.

Mit diesem Stadium, in welchem die Schwimmfussantennen

und Mandibeltaster noch nahezu unverändert die Gestalt und Function als Larvenorgane bewahrt haben und das Seitenauge, wenngleich schon beweglich und vom Kopfe abgesetzt, doch noch eine bedeutendere Entwicklung und schärfere Abgliederung als Stillauge zu erfahren hat, erscheint im Wesentlichen die Bildung der Somiten und die derselben entsprechende mesodermale Differenzirung, sowie die Gliederung der Ganglienkette und Anlage von Gliedmassen abgeschlossen. Von den Sexualorganen ist jedoch lediglich die in beiden Geschlechtern überaus ähnliche und gleich gelegene, noch indifferente Genitaldrüse[1]) in den drei bis vier vordern Segmenten des Abdomens vorhanden.

In der nun folgenden zweiten Entwicklungsperiode nimmt diese im Zusammenhang mit den übrigen Sexualcharakteren nach dem besondern Geschlechte eine weitere Fortbildung, die noch kurzen Abdominalsegmente strecken sich in gleicher Weise wie die Furca zu bedeutenderer Länge, während die hinteren noch unentwickelten Beinpaare allmälig ihre normale Gliederung gewinnen. Eine bedeutende Umformung erfährt jedoch der Kopf der Larve, in welchem die Muskeln der Schwimmfussantennen und Mandibeltaster rückgebildet werden, der letztere verloren geht, und sich die Schwimmfussantennen unter Vorrücken nach der Stirnfläche zu den sogenannten Kopfhörnern umgestalten.

Dieser Veränderung parallel gewinnt ein bisher unbekannt gebliebenes, schon im Larvenkörper angelegtes Sinnesorgan zwischen Gehirn und Stirnauge eine bedeutende Grössenentwicklung und bewirkt eine allmälige wenn auch geringe Lagenverschiebung des letztern nach dem Scheitel. Die einzelnen auf einander folgenden Phasen dieser zweiten Periode sind minder scharf begrenzbar und werden bei der Besprechung der betreffenden Organe Berücksichtigung finden.

2. Die Gliederung des Mesodermstreifens und Differenzirung der ektodermalen und mesodermalen Organanlagen.

In den aus je zwei Zellreihen gebildeten Querstreifen, welche sich am vorderen Theil der Knospungszone abheben und als Mesodermsomiten unterschieden wurden, vermehrt sich durch fortgesetzte Zelltheilung zunächst die Zahl der Zellreihen. Dieselben gewinnen bald aber auch eine bedeutendere Dicke, indem sich zwei und mehr

[1]) Vergl. C. Claus, l. c. Fig. 11 Gt.

Zellenlagen übereinander häufen. In solcher Gestaltung bewirken sie die Auftreibung der nunmehr als Segmente sich abhebenden Leibesabschnitte.

Das Zellenmaterial der Mesodermsomiten beginnt sich mehr oder minder deutlich in drei Abtheilungen zu gruppiren, von denen die dorsale die Anlage der Herzkammer, sowie den Segmentabschnitt der dorsalen Längsmuskeln, die mittlere oder laterale die Muskulatur der Gliedmassen, die ventrale den Segmentabschnitt der ventralen Längsmuskeln, sowie das Neurilemm der Ganglien liefert (Taf. I, Fig. 2). Bindegewebselemente gehen auch aus der dorsalen und lateralen Zellengruppe hervor, und zwar sowohl das dem Darm im Abdomen rechts und links anliegende horizontale Septum, durch welches der Leibesraum, wenn auch unvollständig, in einen dorsalen und ventralen Sinus gesondert wird, als die grossen Zellen des Fettkörpers. Auch die Blutkörperchen, deren Menge mit dem Wachsthum unverhältnissmässig zunimmt, dürften auf Mesodermzellen zurückzuführen sein, welche während der Differenzirung der Mesodermsomiten zur Abtrennung gelangen und sich nachher durch Theilung rasch vermehren. Diesen Vorgängen parallel, entstehen im Ektoderm die paarigen Verdickungen, welche die Anlagen der Ganglienkette und der Extremitäten darstellen und sich mit den mesodermalen Differenzirungen in Verbindung setzen (Taf I. Fig. 3 G. A.).

An den beintragenden Segmenten des Mittelleibes ist es die Anlage der Extremität, welche rechts und links als wulstförmige Verdickung des Segmentes bemerkbar wird, bevor noch die Differenzirung der Mesodermelemente stattgefunden hat. Die Ektodermzellen sind an dieser Stelle, wie der Querschnitt erweist, in lebhafter Wucherung begriffen, welche durch Streckung der Kerne und directe Theilung derselben bewirkt wird (Taf. III, Fig. 2). Kernspindeln habe ich überhaupt nur in den Hodenzellen beobachtet und muss demgemäss für die übrigen Gewebe die directe Kerntheilung als Norm betrachten. Während die ektodermale Zellenvermehrung den ersten Anstoss zur Extremitätenanlage gibt, wachsen die Zellenwucherungen des Mesoderms derselben nach und verstärken die äussere Vorwölbung, welche durch äussere Einkerbungen die Hauptabschnitte[2]) der Extremität zum

[2]) Ueber die Art und Weise, wie sich die Gliederung, beziehungsweise Lappenbildung des Phyllopodenbeines entwickelt, findet man bereits in meiner früheren Abhandlung (pag. 21, Taf. V, Fig. 17) richtige Angaben, die ich in abgekürzter

Ausdruck bringt. Noch vorher entwickelt sich aber eine zweite Ektodermverdickung etwas vor und medialwärts von dem Extremitätenwulst als das zugehörige Ganglion. Dieselbe markirt sich in der Flächenansicht als ein durch die zarte Körperdecke durchscheinendes, rundlich ovales Gebilde in einiger Entfernung rechts und links von der Medianlinie, an der vordern Segmentgrenze. (Taf. II, Fig. 1, 3, 6, 7 G A). Erst Querschnitte beweisen, dass es sich um eine ektodermale, nach innen vorspringende Verdickung mit mesodermaler Bekleidung handelt (Taf. I, Fig. 3). Auf einem etwas vorgeschritteneren Zustand (Taf. II, Fig. 2) erscheint die Medianseite derselben von grösseren, hellen Zellen umrahmt, welche mit den entsprechenden Zellen der anderseitigen Ganglienanlage durch zwei zarte Commissuren verbunden sind. Es ist somit die Verdickung unter Vorschiebung neuer Elemente und der inzwischen gebildeten Querbrücke nach innen vorgewachsen, um bald im Laufe des weitern Wachsthums noch weiter zu rücken und sich von der oberflächlichen Ektodermschicht der subcuticularen Hypodermis abzuheben. Eine mediane rinnenförmige Einstülpung, wie sie nach Hatschek bei Lepidopteren und Anneliden zwischen beiden Nervensträngen zur Erzeugung des Commissurensystems der paarigen Stränge vorhanden sein soll, existirt bei Branchipus nicht, dagegen treten zwischen den Commissuren, welche als von einander gesonderte Querbrücken der ektodermalen Ganglienanlagen entstehen, ektodermale Wucherungen auf, die theils zum Ansatz schräg vom Rücken absteigender Muskelbündel, theils zur Verstärkung der Chitindecke, beziehungsweise zur Bildung kegelförmiger Erhebungen derselben (Artemia) verwendet werden. Da das früheste Bild der Ganglienanlagen keine mediane Verbindung aufweist, hielt ich anfangs die secundäre Bildung median verwachsender Fortsätze für eine Möglichkeit, für die ich dann aber keine Bestätigung fand. In gleicher Weise verhält es sich mit den peripherischen Nerven, die ebenso wie die

und präciserer Form hier wiederholen will. Zuerst wird der vorspringende Gliedmassenwulst durch eine laterale Einkerbung zweilappig. Der ventrale Abschnitt entspricht dem Stammlappen, der dorsale dem oberen Randlappen (L^6). Aussen entwickelt sich die Anlage zum Branchialblatt und Branchialsäckchen, welche sich durch Einschnitte abheben, während der Stammlappen durch Abschnürung eines schmalen Mittelstückes (L^1), den Basallappen (L) und unteren Randlappen (L^5) (Innenast) zur Sonderung bringt. (Taf. III, Fig. 6). Von diesem gliedern sich bald noch weitere, die drei kurzen Zwischenlappen ab. (L^2, L^3, L^4). Auch der grosse Basallappen (L) gewinnt durch eine tiefe Ausbuchtung den Anschein einer Gliederung.

peripherischen Ganglien im Ektoderm gebildet werden, bevor die Ganglienkette aus ihrer ektodermalen Lage in die Tiefe gerückt ist. Ueberhaupt war ich nicht im Stande, die Entstehung eines Nerven als secundären Auswuchses des Nervencentrums, etwa in der Weise wie aus dem Centralnervensystem der Vertebraten [1]) die Gehirn- und Rückenmarksnerven als Fortsätze vorwachsen, nachzuweisen. Nur das Sinnesorgan mit den Kolbenzellen am Stirnrand scheint durch Vorwachsen von Nervenzellen aus den Stirnlappen des Gehirnes zu entstehen.

Die Gruppirung der Muskelzellen zu verschieden gerichteten Bündeln dürfte überall in der Weise erfolgen, dass benachbarte Zellen während der Ausscheidung quergestreifter Substanz in der Richtung des Faserverlaufes mit einander verschmelzen. Am Querschnitt ersieht man, dass jedes Bündel nur aus einer einzigen Zelle gebildet wird, und dass die Ausscheidung der contractilen Substanz einseitig erfolgt. Auch die transversal den Körper durchsetzenden Muskeln, welche den rechts- und linksseitigen Antennen und Mandibeln, zugehören, sind durch mediane Verschmelzung ursprünglich getrennter Elemente entstanden.

Da wo sich zahlreiche Muskelbündel gleichen oder nahezu übereinstimmenden Faserverlaufes nebeneinander entwickeln, wie an der dorsalen und ventralen Stammmuskulatur, gruppirt sich deren Anlage als Zellencomplex, an welchem die contractile Substanz der Elemente mehr central zusammengedrängt erscheint und das anfangs weit überwiegende körnige Protoplasma mit den Kernen in der Peripherie des Complexes liegt. (Taf. III, Fig. 3, 4, 5). Das Wachsthum erfolgt unter Kerntheilung und fortschreitender Vermehrung der Muskelsubstanz auf Kosten des Protoplasma's.

An der Bildung der Herzwand betheiligt sich jederseits nur eine einzige Längsreihe von Muskelzellen, welche allmälig der Medianlinie näher rücken, durch Bindegewebszellen an der Rückendecke, sowie am Darm befestigt werden und mit einander zu einem Hohlschlauch verwachsen. Seitliche Zellengruppen, welche den Muskelzellen der Herzwand bei der Entfernung vom Mesodermsomiten begleiten, liefern die zarte Bindegewebsbekleidung der Kammer, sowie die Suspensorien derselben. (Taf. III, Fig. 9, 10, 11, 12.)

3. Regionenbildung und Segmentzahl.

Wenn man für die so mannigfache Gliederung, welche der Crustaceenleib in den verschiedenen Gruppen und selbst bei nahe

[1]) Vergl. Balfour, Handbuch der vergl. Embryologie. Tom. II, pag. 398.

Verwandten derselben Gruppe zeigt, einen einheitlichen Massstab zur morphologischen Parallelisirung gewinnen will, wird man im Anschluss an die so zahlreiche Vergleichungspunkte bietende Entwicklung von den Körperregionen ausgehen müssen, welche am Arthropodenleib überhaupt im Zusammenhang mit der Verwendung der Gliedmassen und der Bewegungsweise in Gegensatz treten.

Kopf, Mittelleib (Thorax) und Hinterleib (Abdomen) sind die naturgemäss zu unterscheidenden Regionen, die wir freilich in den verschiedenen Gruppen nicht als gleichwerthige und durch die gleiche Segmentzahl bezeichnete, sondern nur als durch ähnliche Anpassungen der Bewegung und Nahrungsaufnahme bedingte Abschnitte zu betrachten haben, für welche nur bei nahen Verwandten eine völlige Homologie der Segmente und Gliedmassen nachweisbar ist. Bei einem Vergleiche von Branchipus mit Apus oder Estheria und Sida innerhalb der Phyllopodengruppe vermag man viel nähere und engere Beziehungen festzustellen, als wenn man den Malakostrakenleib, der selbst wieder so mannigfache Verhältnisse der Gliederung bietet, zur Vergleichung heranzieht. Im letzteren Falle aber würde es ganz verkehrt sein, mit einem jüngeren Autor behaupten zu wollen, dass ein dem Thorax oder Mittelleibe der höheren Krebse entsprechendes Stück bei Branchipus gar nicht zur Entwicklung komme.

Als Kopf werden wir nicht im Zweifel sein, die Segmente der Antennen, Mandibeln und Maxillen zu einer Region zusammenzufassen, da wir hinter den drei Gliedmassenpaaren des Nauplius bereits zwei nachfolgende Paare als Mundesgliedmassen beobachten. Die nachfolgende mit 11 Beinpaaren versehene Region ist es, welche — wenn auch in der Zahl der Segmente verschieden — dem Thorax oder Mittelleib der höheren Krebse entsprechen würde. Dieselbe mit der gliedmassenlosen hinteren Leibesregion als Hinterleib vereinigen zu wollen, würde den Grundsätzen völlig widersprechen, deren Anwendung erst eine allgemeinere Morphologie der Regionen auf dem Gebiete der Crustaceen möglich macht. Wenn sich auch nicht verkennen lässt, dass diese 11 Segmente genetisch zu den gliedmassenlosen Segmenten der hinteren Leibesregion in um so näherer Beziehung stehen, als an dieser ursprünglich Beinanlagen gebildet waren und auch noch an den beiden vorderen oder Genitalsegmenten vorübergehend auftreten, so gibt doch das abweichende Verhalten der hinteren Segmentgruppe des ausgebildeten Thieres im Anschluss an den üblichen Regionenbegriff ausreichende Berechtigung, jene mit dem die Furcalglieder tragenden After-

stück als Abdomen zusammenfassen. Dass man die zu einem Doppelsegment vereinigten Genitalsegmente zu dem Hinterleibe zählt und die Grenze des Thorax vor diesem Abschnitt feststellt, würde sich überdies durch die vollständig parallele Grenzbestimmung, wie sie allgemein für Thorax und Abdomen der Copepoden acceptirt wurde, ausreichend rechtfertigen lassen, obwohl man sich freilich auch dahin einigen könnte, diese Grenze hinter das Genitalsegment zu setzen und dasselbe auf den Mittelleib zu beziehen.

Ueber die Segmentzahl des Hinterleibes, also der Region, welche auf die beintragenden Metameren folgt, scheint für die verschiedenen Branchipus-Arten in den Angaben der Autoren keine völlige Uebereinstimmung zu bestehen, insofern bald acht, bald neun Abdominalsegmente gezählt werden. Die Frage hat mit Rücksicht auf das Verhältniss von Branchipus zu Artemia, deren Hauptunterschied unrichtiger Weise in der um eins verminderten Segmentzahl des Abdomens bestimmt wurde, einiges Interesse.

Was die Ungleichmässigkeiten in den Angaben über die Abdominalsegmente der verschiedenen Branchipusarten (die Untergattungen mit eingeschlossen) anbelangt, so dürften dieselben darauf zurückzuführen sein, dass das kürzere oder längere, wenig oder scharf abgesetzte Afterstück mit den Furcalgliedern, bald als Segment mit gezählt ist, bald nicht. Ich hatte früher schon dieses, den Enddarm enthaltende Afterstück als Praefurcalabschnitt unterschieden, und als den vorausgehenden Metameren nicht gleichwerthig bei der Bestimmung der Segmentzahl von Br. stagnalis und torticornis mit vollem Rechte ausgeschlossen.

Ich zählte daher 19 [1]) auf die Kieferregion folgende Segmente, von denen die acht letzten als gliedmassenlos dem Abdomen zugezählt wurden. Von dieser auf die Entwicklung der Metameren begründeten Bestimmung, welcher auch Spangenberg folgte, wenn er 19 Hinterleibssegmente vor dem die Furcaläste tragenden Schwanzsegmente, dem Praefurcalabschnitte, zählte, haben wir bei der Feststellung der Abdominalsegmente der einzelnen Branchipus- und Artemiaarten als Grundlage auszugehen, und demnach das Praefurcal- oder Afterstück überall auszuschliessen. Da wir aber an den Larven von Br. torticornis auch die Anlage zu einem 20. Segment nachweisen konnten, welches jedoch wiederum eine Rückbildung erfährt, so besteht immerhin die Möglichkeit bei der einen oder anderen, dann aber wohl als Gattung zu trennenden Form eine um eins erhöhte Segmentzahl anzutreffen.

[1]) Vergl. Claus, l c. Taf. III, Fig. 10; Taf. V, Fig. 16, pag. 14.

Indessen erscheint eine solche Form bislang nicht mit Sicherheit bekannt, da an den mit 9 Abdominalsegmenten beschriebenen Arten das in solchen Fällen grössere und schärfer abgesetzte Afterstück als Segment betrachtet und mitgezählt wurde.

Auch Schmankewitsch begeht diesen Fehler, wenn er neun Hinterleibssegmente als Charakter für die Gattung Branchipus angibt, im Gegensatz zur Gattung Artemia, welche nur acht fusslose Segmente, das letzte aber von sehr bedeutender Länge besitze. In dieses ist eben das vom achten Metamer nicht abgesetzte Afterstück mit einbezogen, während dasselbe bei Branchipus als neuntes Segment besonders gezählt wurde. Wenn von der Parthenogenese abgesehen auf dieser Abweichung der Hauptunterschied beider Gattungen beruhen, und die Acht-Zahl der Abdominalsegmente das wichtigste Kennzeichen von Artemia darstellen sollte, so würde letztere nicht als Gattung aufrecht erhalten werden können, da thatsächlich ein Unterschied in der Segmentzahl nicht besteht. Zudem erfährt das vermeintliche Unterscheidungsmerkmal nach den Beobachtungen von Schmankewitsch Modificationen, indem man bei Züchtung von Artemien in immer weiter verdünntem Seewasser schliesslich Formen von der Gliederung des Branchipus erhält, an denen sich dann eben das Schwanzstück segmentartig abhebt. Nun hat der russische Autor richtig erkannt und mit Hilfe der Tastborsten des 19. Segmentes bewiesen, dass der achte sehr lange Endabschnitt von Artemia dem achten Abdominalsegment nebst nachfolgendem kurzen Endabschnitt von Branchipus homolog ist. Ein Irrthum aber war es, der zur Ueberschätzung beider Formverschiedenheiten führte, wenn er das abgesetzte Schwanzstück als 9. Segment betrachtete und hierdurch die Ansicht erweckte, als sei die Zahl der Metameren bei Branchipus eine grössere geworden, und sei somit der Einfluss veränderter Lebensbedingungen in verschieden concentrirtem Salzwasser und im süssen Wasser eine Veränderung, beziehungsweise Vermehrung der Segmente zu bewirken im Stande. In Wahrheit aber würde eine solche erst dann bewiesen sein, wenn es gelingen sollte, die am Larvenleib vorhandene Anlage zum 19. Metamer zur Rückbildung zu bringen oder die Entstehung eines achten Abdominalsegments zu verhindern, während das Vorhandensein oder der Mangel einer segmentähnlichen Abgrenzung des Afterstückes für die Zahl der Segmente irrelevant ist. Immerhin wird man nach einer Erklärung der vorhandenen, wenn auch minder bedeutungsvollen Abweichung suchen müssen und zu diesem Zwecke sich zunächst darüber Rechenschaft zu geben

haben, wodurch die scharfe Abgrenzung bei Branchipus bewirkt wird. Die Grenzconturen benachbarter Segmente stehen bekanntlich in einem Abhängigkeitsverhältniss von den Muskelabschnitten der betreffenden Metameren, indem dieselben das bedingende Moment für die Bewegung abgeben, welche das Auftreten einer intersegmentalen, die Grenzcontur veranlassenden Unterbrechung in der Stärke des Integumentes nothwendig macht. In der That ist nun auch die Grenzcontur zwischen dem achten Segment und Afterstück durch den Ansatz des entsprechenden Myomers bestimmt und fehlt daher noch den Larven, deren Afterstück durch seinen relativ ausserordentlichen Umfang im Vergleich zu den kurzen, von der Knospungszone successive sich ablösenden Segmenten ausgezeichnet ist. Erst wenn nach Ablauf der Metamorphose aus dem Endstücke der Knospungszone unter Rückbildung der 20. Metamerenanlage das letzte oder achte Abdominalsegment entstanden und aus seinem Mesodermantheil das zugehörige Myomer gebildet worden ist, dessen ventrale Muskelzellen in den Furcalabschnitt vorwachsen, wird die Abgrenzung des jetzt noch recht umfangreichen Afterstückes eine schärfere.

Bei Artemia sind nun diese Muskelzellen ebenfalls vorhanden, indessen ausserordentlich schwach entwickelt, indem sie als sehr dünne und lange, seitlich bis in das Furcalglied herabstrahlende Fäden durch ihre Insertion keine Abgliederung zu bewirken vermögen. Schmankewitsch vergleicht nicht mit Unrecht das Verhalten des hinteren Körperendes von Artemia mit dem des jugendlichen Branchipus, an welchem wenigstens in den älteren Larvenstadien (vergl. Fig. 10, Taf. III meiner Branchipusarbeit) das 19. Abdominalsegment von dem relativ noch sehr langen Afterstück nicht abgesetzt ist. Er betrachtet dem entsprechend Branchipus als den in progressiver Richtung veränderten Formzustand und Artemia als die unter dem Einflusse modificirter Lebensbedingungen im Salzwasser degradirte Lebensform. Zutreffender würde er dieselbe mit einer Hemmungsbildung verglichen haben, welche der jugendlicheren und primitiveren Gestaltung näher geblieben ist, nicht nur wegen des langgezogenen Hinterleibendes mit den in der Entwicklung zurückgebliebenen Furcalstücken, sondern auch mit Bezug auf andere Körpertheile, deren Besonderheiten als Gattungscharaktere der Artemia ein weit grösserer Werth als der vermeintlich verschiedenen Segmentzahl beizulegen ist. Als solche würde ich in erster Linie die Gestaltung des vorderen Körperendes und der Kopfhörner verwerthen (Taf. V, Fig. 2), und dem abweichenden Verlaufe der Metamorphose den wichtigsten Antheil zur Erklärung der

Gattungs-Eigenthümlichkeiten zuschreiben. Die Larven der Artemia besitzen bei grösserem Umfang der Segmentanlagen einen im Verhältnisse zur Zahl der gesonderten Segmente und Gliedmassen gestreckteren Leib, an welchem den mesodermalen Somiten von vornherein eine grössere Länge [1]) zukommt. Sodann erscheint die zweite Entwicklungsperiode im Vergleich zu Branchipus minder vollständig und führt fast ohne postlarvale Zwischenformen zu den relativ kleinen Geschlechtsthieren über. Hiermit im Zusammenhang bleibt das Ovarium kurz und auf die vorderen Abdominalsegmente beschränkt, vor Allem aber erfahren die zweiten Antennen weit geringere Umgestaltungen, indem sie median weder verwachsen, noch soweit nach der Stirn zu emporrücken, wie bei den Branchipusarten. Dem entsprechend verharrt auch das Stirnauge vorn an der Stirnfläche, ohne nach dem Scheitel gedrängt zu werden. Ferner bewahren die Schwimmfüsse besonders in der Gestalt und Bewaffnung der drei kurzen Mittellappen den Charakter der Jugendform. Auch die Windungen der Schalendrüse verhalten sich einfacher,

[1]) Unter den Besonderheiten, welche die Artemialarven von denen der Gattung Branchipus unterscheiden, fällt vor Allem die geringere Anzahl der Schwimmborsten (10 und 11 gegen 15 und 16) am zweiten Antennenpaare auf. Dagegen erhält diese Gliedmasse ihre Larvengestalt relativ länger, indem erst bei einer Körperlänge von 4 Mm. ziemlich gleichzeitig mit der Rückbildung des Mandibeltasters die Borsten derselben eingezogen werden. Artemienlarven von 1·5 Mm. Länge besitzen ein achtkammeriges Herz und vier Beinpaare, hinter welchen sich noch zwei freie Segmente mit entsprechenden Beinwülsten an dem sehr langgestreckten Leibe abheben. Bei Larven von 2 Mm. Länge ist die Zahl der Herzkammern auf 12 bis 13 gestiegen, die fünf vorderen Beinpaare sind soweit differenzirt, dass die Kiemensäckchen gesondert erscheinen, dann folgen noch 3 Segmente mit Beinwülsten und unterhalb der Cuticula etwa noch 8 bis 9 Segmentanlagen. Larven von 2·5 Mm. besitzen ein schon vollzählig gekammertes Herz und 9 Beinpaare, von denen die drei hintern sehr klein sind. Auf dieselben folgen noch 2 Beinwülste an den beiden letzten Thorakalsegmenten. Am Abdomen sind ausser den beiden Genitalsegmenten die drei nachfolgenden Segmente abgegrenzt, während der Furcalfortsatz eine Borste gebildet hat. Larven von 4 Mm. Länge besitzen noch die Schwimmfussantennen mit dem zugehörigen Drüsenpaare, sowie die Mandibeltaster fast unverändert. Die Gliedmassenwülste der Genitalsegmente beginnen zu verwachsen. Sämmtliche Segmente des Abdomens sind wohl gesondert. An etwas grösseren Formen von 4·25 bis 4·5 Mm. ist die Verwachsung erfolgt und die Anlage der Drüsengruppen, Nebensäcke, Herabzieher des Uterus deutlich gesondert. Der Mandibeltaster erscheint als borstenloser Stummel, die Schwimmfussantennen tragen noch rudimentäre Borsten, sowie Nebenast und Greifhaken. Erst bei einer Körperlänge von 5 Mm. sind die Borsten abgeworfen. Nebenast und Greifhaken erhalten sich jedoch länger, insbesondere der letztere, von welchem noch an 6·5 Mm. langen Exemplaren mit Genitalsack Reste zu finden sind. Ein Rest der Antennendrüse findet sich noch am Geschlechtsthier.

indem sie keine absteigende, in das erste Beinsegment eintretende Schleife bilden. (Taf. IX, Fig. 2 S. Dr. — Taf. IV, Fig. 1 S. Dr.) Sodann zeigen die Tastborstenpaare eine von Branchipus abweichende Gruppirung. Während hier nur am 15., 17. und 19. Segmente ventrale Borstenpaare auftreten, wiederholen sich dieselben bei Artemia vom 14. bis zum 18. Segmente, wie auch die dorsalen Tastborsten in vollständiger Reihenfolge an allen Segmenten erhalten sind. Ferner fehlen bei Artemia die Bauchdrüsen, während in dem Zwischenfelde der zu einem Ganglienpaare gehörigen Quercommissuren eine kegelförmige Integumenterhebung auftritt. Die Beindrüsen sind dagegen, wenn auch der Grösse nach reducirt und durch Wegfall der Nebenzellen vereinfacht, vorhanden. (Taf. IX, Fig. 1 B. Dr.) Recht bemerkenswerth ist die Abweichung in der Gestaltung des ersten Maxillenpaares, dessen Tasterlappen an Umfang reducirt, dem Basalabschnitte dem Anscheine nach völlig fixirt anliegt ohne die schaufelförmigen Bewegungen zu machen, welche der Maxillartaster von Branchipus fast in rhythmischem Wechsel ausführt. (Taf. V, Fig. 1.) Der Maxillartaster der Artemia erscheint dem von Branchipus gegenüber geradezu rückgebildet.

Als wichtiges in die Augen fallendes Gattungs-Merkmal ist auch die viel bedeutendere Länge des Afterdarmes hervorzuheben, mit welcher vielleicht auch die ansehnliche Streckung des Praefurcalabschnittes im Zusammenhang steht. In Jugendformen von 7 Mm. Länge beginnt derselbe am Anfang, im ausgebildeten Thiere am Ende des 17. Segmentes, bei Branchipus erst im 19. Segmente. Endlich verdient die eigenthümliche Sculptur des Integuments als Charakter von Artemia erwähnt zu werden, indem vielleicht unter dem Einfluss des äusseren Mediums die Cuticula oberhalb der einzelnen, ziemlich ausgedehnten Hypodermzellen flache, uhrglasförmige Erhebungen gewonnen hat, an welchen hier und da (z. B. an den ersten Antennen) feine stachelförmige Fortsätze auftreten. Man überzeugt sich somit, dass recht zahlreiche Merkmale zur Unterscheidung von Branchipus vorhanden sind und dass man keineswegs bei Abwesenheit besonderer Kennzeichen mit Wl. Schmankewitsch zu einer thatsächlich nicht vorhandenen Differenz in der Zahl der Abdominalsegmente seine Zuflucht zu nehmen braucht, um Artemia als Genus aufrecht zu erhalten. [1])

[1]) Wladimir Schmankewitsch, Zur Kenntniss des Einflusses der äusseren Lebensbedingungen auf die Organisation der Thiere. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Tom. XXV und Tom. XXIX. Vergleiche auch die Abbildungen der Artemialarven in Joly's, Histoire d'un petit Crustacé (Artemia salina). Annales des scienc. natur. Sér. II, Tom. XIII. 1840.

4. Integument, Bindegewebe und Fettkörper.

Die Form und feinere Structur der Körperbedeckung, für deren Studium Branchipus ein ausgezeichnetes Object abgibt, wurde schon von früheren Autoren, insbesondere von Leydig und später an diesen anschliessend von Spangenberg ausführlich erörtert, so dass es unter Hinweis auf die bezüglichen Arbeiten genügen wird, auf einzelne nicht näher beachtete oder unzureichend untersuchte Punkte einzugehen.

Wenn man die Chitinhaut, welche bei Branchipus verhältnissmässig zart und, von wenigen verdickten Stellen abgesehen, structurlos und ungeschichtet bleibt, als Ausscheidung der Hypodermis auffasst, so ist doch im Auge zu behalten, dass es sich streng genommen um eine Umbildung des Zellenleibes, um eine mit chemischen Veränderungen verbundene Erhärtung zunächst des peripherischen Protoplasmas handelt. Für diese neuerdings auch durch T. Tullberg[1]) für den Hummerpanzer dargelegte Entstehungsweise des Cuticularskeletes liefert nun Branchipus insofern einen ausgezeichneten Beleg, als im Laufe der postlarvalen Entwicklung an vielen Stellen die säulenförmig verlängerten, nach der Tiefe zu in dünne Trabekeln ausgezogenen Hypodermiszellen auch in ihren unteren Protoplasmapartieen zu chitinartigen Balken und Fasern erhärten und an manchen Stellen auch unter einander zu einer zweiten, tiefen submatrikalen Basalmembran verschmelzen, welche auf diese Weise durch ein förmliches Gerüst von Connectivfasern an der oberen Chitinhaut getragen, den Muskeln zum Ansatze dient.

Nun ist es längst bekannt und, so viel ich weiss, zuerst von Baur[2]) für Astacus nachgewiesen, dass auch die Sehnen der Muskeln, welche sich an dem Chitinpanzer inseriren, ein von schlauchförmigen Hypodermiswucherungen erzeugtes Gewebe darstellen, welches bei der Häutung zugleich mit der alten Chitinhaut abgestreift und durch neugebildetes Sehnengewebe ersetzt wird. Dass aber dieselben Zellen, welche an der äusseren Fläche die Cuticula absondern, auch die Muskelsehnen und in der Tiefe feste, flächenhaft ausgebreitete Platten erzeugen, so dass schliesslich von denselben nur kleine, den Kern enthaltende Protoplasmareste zurückbleiben, welche wie Bindegewebszellen die Lücken der Chitinsubstanz füllen, scheint bislang

[1]) Tycho Tullberg, Studien über den Bau und das Wachsthum des Hummerpanzers und der Molluskenschale. Kongl. Svenska Vetensk. Akad. Handl. T. XIX. Stockholm 1882.

[2]) Baur, Ueber den Bau der Chitinsehne am Kiefer der Flusskrebse und ihr Verhalten beim Schalenwechsel. Müller's Archiv, 1860.

nicht beobachtet oder wenigstens nicht näher beachtet zu sein. Bei einer solchen Gestaltung wird die von verschiedenen Autoren (Leydig) betonte Aehnlichkeit des Arthropoden-Integuments mit Bindesubstanz eine um so grössere, als die neben den Zellen frei bleibenden Lücken Bluträume darstellen, welche an die interstitiellen mit Lymphe gefüllten Spalten der Bindesubstanz erinnern.

Im Vergleiche zu dem mächtigen Hautpanzer der Astaciden und anderer Decapoden, an welchem drei Schichten unterschieden werden, erscheint bei Branchipus und verwandten Phyllopoden lediglich die äussere stark glänzende und structurlose Cuticularschicht entwickelt. Indessen kommt es an einzelnen Stellen, wie am Rückenintegument des Kopfes, auch zur Bildung einer tieferen Faserschicht, welche wie jene Färbemitteln gegenüber unzugänglich ist und in die gröberen leicht tingirbaren Faserzüge der Matrikalzellen übergeht (Taf. VIII, Fig. 7, 8). Die subcuticularen Matrikalzellen, in Grösse und Form überaus wechselnd, zeigen an vielen Stellen, insbesondere da, wo sich Muskeln anheften oder Connectivfasern entwickeln, eine ausgeprägte Tendenz zur Umbildung des Protoplasma's in festere, streifige Substanz, beziehungsweise in schräg absteigende Faserzüge, welche die Bedeutung bindegewebiger Sehnen gewinnen und als solche die Befestigung der Muskeln an der Chitindecke vermitteln. Neben dem Kern, welcher dem in Fasersubstanz umgebildeten Plasma anhaftet, bewahrt ein Theil des Zellenleibes seine weichflüssige Beschaffenheit und erscheint als netzförmiges Gewebe, welches im Vereine mit den Kernen die Zwischenräume der erhärteten Faserzüge erfüllt. Dasselbe erinnert an die von Tullberg als Bindegewebe beschriebenen Bildungen, welche sich im Integumente des Hummers von der unterliegenden Bindegewebsschichte aus zwischen die säulenförmigen Chitinogenzellen hinauf erstrecken sollen.

Man könnte auch bei Branchipus an die gleiche Deutung denken, indessen gelingt es in diesem netzförmigen scheinbaren Zwischengewebe weder besondere Kerne aufzufinden, noch eine entsprechende subcutane Bindegewebslage nachzuweisen. Was man als solche beim ersten Blick in Anspruch zu nehmen geneigt ist, erweist sich wenigstens an vielen Stellen nach genauerer Betrachtung als eine Art innerer Cuticula, die an der Basis des Epithels durch Erhärtung des Protoplasmas entstanden ist. Auch an solchen Hautstellen, an welche sich weder Muskeln befestigen, noch andere Organtheile durch Connectivfasern suspendirt werden, erzeugt das Epithel an seiner Basis eine continuirliche cuticulaähnliche Aus-

scheidung (im Sinne von Umbildung des Protoplasmas), eine Art Basalmembran, welche bei den Decapoden durch eine separate Bindegewebslage vertreten wird (Taf. VIII, Fig. 6 a, BM.). An anderen Theilen des Körpers, welche einer Verstärkung des Hautskelettes bedürfen, schreitet an den zu bedeutenderem Umfang auswachsenden Chitinogenzellen der Erhärtungsprocess weiter vor, indem nicht nur die äussere gelbliche Cuticularschicht höher wird, sondern auch die innere Chitinisirung der Zellen in dem Masse an Ausdehnung gewinnt, dass die nicht minder verstärkte Basalmembran mit jener durch eine grosse Zahl cuticularer Faserbalken zu einer festen dicken Hautkruste verbunden ist. Die Zwischenräume der Faserbalken enthalten dann die spärlichen Protoplasmareste mit ihren grossen Zellkernen, welche wie Bindesubstanzzellen in die chitinisirte von Lücken und Spalten durchklüftete Grundmasse eingelagert erscheinen. Diese hie und da Blutzellen haltigen Spalträume dürften während des Erhärtungsprocesses durch Auseinanderweichen der Chitinzellen entstanden sein; dieselben communiciren mit dem Leibesraume, von welchem das Blut in das Lückensystem des verdickten Integuments einströmt. (Taf. VIII, Fig. 7 und 8.) Uebrigens kommt es an vielen Stellen nicht zur Entwicklung der basalen Membran (Taf. VIII, Fig. 5), und die Muskeln heften sich mittelst ihrer hypodermal erzeugten Sehnenfasern direct an die äussere Chitindecke an. Da, wo sich die basale Membran zu einer dicken und wie durch Schichtung streifigen Sehnenplatte verstärkt, entschliesst man sich schwer, an der Entstehung derselben die Betheiligung einer Bindegewebslage auszuschliessen, vielmehr weisen nachher mitzutheilende Beobachtungen darauf hin, dass grosskernige, den Zellen des Fettgewebes ähnliche Mesodermelemente mit in Frage kommen durften.

Auch die in den Gliedmassen so verbreiteten Connectivfasern, welche einander benachbarte, beziehungsweise gegenüberliegende Flächen des Integuments verbinden, sind Erzeugnisse der Chitinogenzellen der Hypodermis. Wenn man aber diese Stützbalken ihrer Bedeutung entsprechend als Bindegewebsfasern betrachtet, so wird man damit das Chitinogengewebe überhaupt den Geweben der Bindesubstanz einordnen dürfen. Zudem scheint es, wie M. Braun[1]) bereits für den Flusskrebs nachdrücklich hervorgehoben hat, nicht möglich, eine scharfe Grenze zwischen den Erzeugnissen

[1]) M. Braun, Ueber die histologischen Vorgänge bei der Häutung von Astacus. Arbeiten des Zool.-zootom. Instituts. T. II, Würzburg 1875.

von Chitinogenzellen der Hypodermis und den mesodermalen Bindegewebsbildungen festzustellen. Indessen ist hervorzuheben, dass die im Innern der Chitinogenzellen erzeugten Faserzüge und tiefen Sehnenplatten von dem oberflächlichen Chitingewebe der Cuticula chemisch verschieden sind, indem sie sich bei Behandlung mit Färbungsmitteln, namentlich Boraxcarmin sehr intensiv tingiren, während die Cuticulabekleidung und die eventuell vorhandene unter derselben folgende Schicht kurzer Faserzüge (Taf. VIII, Fig. 8) ganz unverändert bleibt.

Die mesodermalen Bindegewebsbildungen sind zarte, mit kleinen rundlich-ovalen Kernen versehene, solide oder auch durchbrochene Membranen, welche sich theils in der Peripherie verschiedener Organe anlegen, theils den Leibesraum quer durchsetzen (Taf. III, Fig. 8 Sp) und in letzterem Falle Bluträume verschiedener Richtung von einander abgrenzen. Zu diesen bindegewebigen Häuten gehört auch die zarte Bekleidung des Rückengefässes mit den an dem Integument angehefteten Suspensorien, ferner die Umhüllungshaut der Hoden, Ovarien und deren Ausführungsgänge, das Neurilemma und die derbere, mehr oder minder oft chitinisirte Hülle zahlreicher Muskeln.

Ausser den kleinkernigen Bindegewebsformen spielt aber noch eine andere, aus dem Mesoderm hervorgegangene Form von Bindegewebe eine wichtige Rolle, deren Zellen durch den Besitz grosser granulirter Kerne ausgezeichnet sind und in ihrem Protoplasma verschieden grosse, oft dicht gehäufte Fettkugeln enthalten. Schon in der Naupliuslarve finden sich diese strangförmig geordneten, mit Fettkugeln gefüllten Zellenhaufen im Antennensegment zu den Seiten der Lebersäckchen, ferner unterhalb des Gehirns und in der Oberlippe, deren Raum von denselben in Quer- und Längszügen durchsetzt und zum guten Theile ausgefüllt wird. Im Thorax und Abdomen erlangen die Zellenstränge des Fettkörpers zu den Seiten des Darmes erst während der postlarvalen Entwicklung bedeutendere Dimensionen, ebenso innerhalb der Beinpaare und der zu den Kopfhörnern umgestalteten zweiten Antennen, in denen sie zugleich die Bedeutung stützender Polster gewinnen. (Taf. V, Fig. 2.) Unter einander sind diese nach Grösse und Fettgehalt überaus variirenden Zellen theils unmittelbar durch Anlagerung ihres Zellenleibes, theils mittelst zipfelförmiger Ausläufer und Fadenfortsätze verbunden, welche auch die Befestigung an benachbarten Organen und an dem Integument vermitteln, mit dem sie hie und da auch indirect mittelst des Gerüstes der Connectivfasern zusammenhängen. So

wenig nun der nach Alter und Ernährung wechselnde Fettgehalt dieser als Fettkörper zu deutenden Zellenmassen auffallend erscheinen kann, so bemerkenswerth dürfte es sein, dass mit der fortschreitenden Grössenzunahme des Körpers die Fettzellenstränge an einzelnen Stellen zugleich zur inneren Skeletentwicklung Verwendung finden. Dies gilt vornehmlich für die in der Oberlippe und im Antennensegment sich ausbreitenden Stränge, deren Zellen später eine viel derbere und festere Form gewinnen und im Zusammenhange mit den Connectivfasern der Hypodermiszellen eine Art Endoskelet herstellen, an dessen Bildung sich jedoch auch mesodermale Bindegewebsplatten betheiligen. Aus Fettzellen ähnlichen Bindesubstanzzellen ist die feste Endoskeletplatte hervorgegangen, welche oberhalb der Mandibeln den von hinten her zum Schlunde tretenden Dilatatoren, sowie den Muskeln der Antennen zum Ansatz dient. Dieselbe erscheint mittelst zahlreicher Connectivfasern verbunden und setzt sich am Integumente seitlich in zwei dorsalwärts gerichtete Spangen fort, welche vor der Einlenkung der Mandibel rechts und links durch mehrere Aeste in eine sehr dicke sehnige Basalplatte des Integumentes übergehen (Taf. VIII, Fig. 3 ESK). Auf dieses innere Gerüst folgt in dem Mandibelsegment ein medianer Sehnenstrang, welcher den mächtigen, als Adductoren wirkenden Muskeln der beiden Mandibeln gemeinsam ist. Auch bei Apus ist, wie bereits E. Ray Lankester [1]) gezeigt hat, diese mediane Sehnenverbindung zwischen den Mandibelmuskeln vorhanden, die freilich von jenem Autor in histologischer Hinsicht wesentlich abweichend dargestellt wird. Die an beiden Seiten eingeschnürte und dann in zwei lamellöse Platten übergehende Sehnenmasse, welche die Verbindung der beiderseitigen Kaumuskeln herstellt, ist bei Branchipus aus aneinander gedrängten, grosskernigen Bindegewebszellen hervorgegangen. Im Larvenalter sind die Grenzen der einzelnen Zellen, welche einen grossen querovalen Kern umschliessen, noch nachweisbar (Taf. VIII, Fig. 10), später werden dieselben nicht mehr erkannt, während sich die granulären Kerne, wenn auch minder deutlich umgrenzt, bis in das Alter erhalten. Das sich mittelst Tinction intensiv färbende Protoplasma zeigt eine feine transversale Streifung und erscheint in gleicher Richtung geschichtet, wie aus zahlreichen aneinander gekitteten Platten zusammengesetzt (Taf. VIII, Fig. 4).

Eine ganz ähnliche Schichtung wiederholt sich auch, wie ich

[1]) E. Ray Lankester, Skeleto-Trophic Tissues and Coxal Glands of Limulus, Scorpio and Mygale. Quarterly Journal of Microsc. Science. Vol. XXIV, New series, London 1884.

aus tingirten Schnitten entnehme an dem Sehnenbande der Mandibelmuskeln von Apus, nur dass hier Reihen und an einzelnen Stellen Haufen dicht gestellter, von spärlichen Plasmaresten umgebener, kleiner Kerne zwischen den faserigen Sehnenplatten liegen.

Die Elemente, welche zur Bildung dieser Sehnenplatten verwendet worden sind, dürften dem Ursprung nach von den im Körper so verbreiteten Zellengruppen des Fettkörpers nicht verschieden sein. Nicht nur die Grösse, Form und granuläre Beschaffenheit des Kernes, sondern das Verhalten des Protoplasma's, welches nach Reduction oder Schwund der Fettkugeln ein ähnliches Aussehen bietet und ebenso intensiv tingirbar ist, weist auf den gleichen Ursprung der grosskernigen Bindegewebszelle hin. So ist es mir nicht unwahrscheinlich, dass auch die Verstärkung der von den Hypodermiszellen erzeugten Basalmembran zu dicken Sehnenplatten durch Betheiligung grosskerniger Bindesubstanzzellen erfolgt, deren Protoplasma unter allmäliger Chitinisirung mit der angrenzenden Basalmembran verschmilzt. Zudem beobachtet man an gefärbten Schnitten dieser subcuticularen Sehnenplatten intensiver gefärbte Stellen, welche auf Ueberreste der grossen Kerne hinweisen. Auch findet man hie und da noch wenig veränderte, noch als solche erkennbare Bindegewebszellen jenen Platten anliegend und mit denselben verbunden.

Uebrigens ist auch vom Fettkörper verwandter Phyllopoden bereits bekannt, dass Lappen desselben zu rigiden Platten erhärten können, welche anliegenden Weichtheilen zur Stütze dienen. Ich erinnere an die zwei im Antennensegment von Leptodora senkrecht zwischen den Hirnschenkeln ausgespannten Platten, deren Vorderseite die von der Kopfdecke entspringenden Levatoren der Oberlippe anhaften, während an der Hinterseite die Levatoren des Oesophagus herabsteigen (Weismann).

5 Muskulatur.

Die Anordnung der Muskeln lässt sich trotz ihrer dem Anscheine nach verwirrenden Mannigfaltigkeit leicht verstehen und im Anschluss an die bereits beschriebene mesodermale Differenzirung im kurzen Bilde übersichtlich darstellen. Gehen wir von der Muskulatur des Rumpfes aus, an der sich gleichartige Theilabschnitte in den aufeinanderfolgenden Metameren wiederholen, so erstrecken sich rechts und links vom Rückengefässe zwei dorsale (D. M.) und diesen gegenüber zu den Seiten der Ganglienkette zwei ventrale Längsmuskelmassen (V. M.) durch den ganzen Leib.

In den auf den Genitalabschnitt folgenden Segmenten diver-

giren die äusseren Bündel der ventralen Stammmuskeln schräg dorsalwärts, ohne den Hinterrand des Segmentes zu erreichen. Das Myomer des letzten (19.) Abdominalsegmentes erscheint bei Branchipus am Vorderende des Afterstückes wohl begrenzt, entsendet aber in das letztere einige sehr langgestreckte Muskelzellen, bei Artemia jedoch ohne von diesen scharf abgegrenzt zu sein. Auch in der Maxillarregion erhalten sich die Abschnitte der longitudinalen Stammmuskulatur, am Rücken jedoch auf die medialen Bündel beschränkt und ventralwärts noch beträchtlicher reducirt.

Im Gegensatze zu den Längsmuskelzügen der Rumpfsegmente verlaufen die zu den Extremitäten tretenden Muskeln vornehmlich in schräger und transversaler Richtung und verhalten sich in den 11 beintragenden Segmenten übereinstimmend. In jedem Segmente unterscheiden wir eine laterale, ziemlich hoch am Rücken entspringende und eine mediale, an der Bauchseite verlaufende Muskelgruppe. Die erstere ist reicher und mannigfaltiger gegliedert und hebt bei ihrer Contraction den Stamm der Extremitäten dorsalwärts. Die vorderen Bündel (Taf. IX, Fig. 2 und 3 a) entspringen an der vorderen Segmentgrenze und werden durch ein Bündel (α), welches vom vorausgehenden Segmente schräg absteigt, verstärkt. Dieselben ziehen bei vorwiegender oder ausschliesslicher Wirkung die Extremität nach vorne. Mächtiger ist die hintere Gruppe von Bündeln, deren Ursprung am Rückenintegumente, noch weiter medialwärts über das dorsale Myomer hinausgreift (Taf. IX, Fig. 2 b). Dieselben nehmen die mittlere und hintere Region des Segmentes ein und werden durch ein schräg absteigendes, von der vorderen Gruppe austretendes Bündel (β) verstärkt. Zwei in der Tiefe schräg absteigende gerade und ventralwärts convergirende Bündel (γ, δ) inseriren sich median an dem Integument zwischen den Längscommissuren zweier Ganglienpaare. Viel einfacher verhält sich die mediale bauchständige Muskelgruppe (Taf. IX, Fig. 1), welche nur aus wenigen Bündeln besteht und die Gliedmassen nach der Bauchseite adducirt. Die zwei vorderen schräg abwärts verlaufenden Bündel, von denen sich das eine (a') nahe dem medialen Rande der Ganglioncommissur am Integumente anheftet und den Stamm, sowie die Mittelglieder durchsetzt, das andere (a'') lateralwärts vom ventralen Myomer entspringt und im Stamm herabläuft, ziehen die Gliedmassen nach vorn, während das hintere transversale Bündel (b') eine entgegengesetzte Bewegung veranlasst.

Auch die Muskeln, welche vom Rumpf zu den Maxillen verlaufen, gestatten eine Zurückführung auf reducirte Beinmuskeln

(Taf. IX, Fig. 2), wodurch die Deutung dieser Gliedmassen als vereinfachte Beinpaare einen neuen Rückhalt gewinnt. In ähnlicher Weise dürften sich auch die Muskelgruppen, welche in den Genitalsegmenten theils schräg, theils transversal vom Rückenintegument nach dem Uterus verlaufen (Taf. IX, Fig. 5 M M'), auf Ueberreste von Extremitätenmuskeln zurückführen lassen.

Ein complicirteres und in ihrer späteren Gestaltung abweichendes Verhalten zeigen die Muskeln der vorderen, dem ersten und zweiten Naupliusmetamer angehörenden Rumpfgliedmassen, der zweiten Antennen (späteren Kopfhörner) und der Mandibeln. Im Nauplius zustand und in den nachfolgenden Larvenstadien der ersten Entwicklungsperiode, in welchen diese Gliedmassen die vornehmlichsten Locomotionsorgane darstellen, schliesst sich die Muskulatur derselben dem Typus der Schwimmfüsse an mit der Modification, dass die dorsalen Muskelgruppen in der Mittellinie des Integuments (Taf. VIII, Fig. 1, 2) zusammenstossen und die ventralen theils in der Mittellinie zu gemeinsamen unpaaren Muskelbäuchen verschmelzen, ihrer Hauptmasse nach aber eine gemeinsame mediane Sehnenverbindung erhalten. Diese Besonderheit dürfte mit dem Ausfall der Myomeren der Stammmuskulatur in Beziehung zu bringen sein und steht jedenfalls mit der besonderen Leistung beider Gliedmassenpaare, welche ein Abhängigkeitsverhältniss der rechts- und linksseitigen Extremität voraussetzt, im Zusammenhang. Später erfährt nun aber die dorsale Muskulatur eine Vereinfachung, die der Antenne sogar eine vollständige Rückbildung, während von den Dorsalmuskeln der Mandibel lediglich die in den Beinanhang dieser Gliedmasse (Taster) übertretenden Muskeln atrophiren, dagegen zwei zum Heben und Abduciren der Kieferladen dienende Muskelbündel (Taf. IV, Fig. 1 a, b) persistiren. In den zu den Kopfhörnern sich umbildenden Antennen erfährt die ventrale Muskulatur eine Lagenveränderung, beziehungsweise Verstärkung durch neugebildete Muskeln. Am wenigsten erscheinen die Antennenmuskeln bei Artemia verändert, deren Kopfhörner zwar nach dem Stirnrand emporgerückt, jedoch median in ziemlich weitem Abstande getrennt bleiben und somit nicht zur Entwicklung eines gemeinsamen, von einem medianen Sehnenzapfen aus beweglichen Muskelapparates Anlass geben (Taf. V, Fig. 2). Ein solcher bildet sich bei Branchipus erst im Laufe des postlarvalen Wachsthumes, insbesondere mächtig im männlichen Geschlechte aus, und dürfte nach Massgabe der besonderen Gestaltung, welche für die Stirnhörner der einzelnen Arten charakteristisch ist und zur

Unterscheidung von Untergattungen verwerthet wurde, im Einzelnen untergeordnete Modificationen bieten. Aber auch für die Kopfhörner des Weibchens, welche zwar nahe zusammengerückt, indessen noch durch ein schmales medianes Zwischenfeld getrennt bleiben, entwickeln sich mächtige Muskelbündel von einer gemeinsamen quergestellten Sehnenscheibe aus, einer Endoskeletbildung, welche mittelst Connectivfasern sowohl am Zwischenfeld (ZwF) beider Antennen, als am dorsalen Integument suspendirt ist. (Taf. V, Fig. 6 und 7.) In den Mandibeln stellt dieselbe eine beiden Kauladen gemeinsame, durch eine transversale Sehnenplatte verbundene Muskelmasse dar, deren zahlreiche Bündel divergirend an die Innenwand des ausgehölten Mandibelschaftes ausstrahlen. In einigem Abstande hinter derselben folgt aber noch eine zweite Gruppe von transversalen Muskeln, welche dicht am Ganglion die ventrale Segmentcavität durchsetzen (Taf. VIII, Fig. 1) und sich unterhalb der vorderen Kaumuskeln am Mandibelintegumente anheften.

Weit einfacher als die Muskeln der Rumpfgliedmassen verhalten sich die der vorderen Antennen, indem sie auf wenige schräge Längsbündel beschränkt sind, welche die Gliedmassen nach verschiedenen Richtungen bewegen. (Taf. II, Fig. 1.)

Eine speciellere Darstellung der Muskulatur liegt nicht in der Aufgabe dieser Untersuchungen und würde auch kaum zu neuen morphologischen Gesichtspunkten führen können, da die complicirte Anordnung der zahlreichen, in den Extremitäten verlaufenden Muskelbündel kaum eine andere als rein descriptive Behandlung gestattet. Zudem werden die Muskeln einzelner Organe, wie des Auges, der Oberlippe, Speiseröhre und Darmes, bei Besprechung jener Erwähnung finden.

Als besonders bemerkenswerth verdient aber noch das bereits oben berührte Verhalten der Verbindung der Muskeln unter einander und am Integument hervorgehoben zu werden. Schon Leydig hat für die Daphniden[1]) auf das Vorhandensein einer inneren Skelet- und Balkenbildung hingewiesen und Weismann für Leptodora auf die eigenthümliche Anheftung der Beuger und Strecker in den Ruder-

[1]) Die Muskulatur der Cladoceren zeigt im Wesentlichen dieselbe Anordnung wie die der Phyllopoden unter einigen Modificationen, welche auf die geringere Gliederung des Rumpfes, das Vorhandensein einer Schalenduplicatur und die Verwendung der 2. Antennen als Schwimmfussantennen Bezug haben. Wie wenig man derselben bislang Beachtung schenkte, lässt sich daraus entnehmen, dass an der Stammmuskulatur eine Rückenschicht, eine Bauchschicht und zwei Seitenschichten unterschieden werden konnten (Leydig), eine Angabe, die auch in Gerstaecker's Gesammtdarstellung übergegangen ist.

armen mittelst zahlreicher sehniger Connectivfäden, sowie auf die Einschaltung sehniger Theile im Verlaufe dieser Muskeln aufmerksam gemacht. Jene Art der Anheftung, welche wohl zu der relativ zarten Beschaffenheit der Cuticularbekleidung in nothwendiger Beziehung steht, indem sie den Effect der Muskelwirkung, der sich sonst auf einen einzelnen verstärkungsbedürftigen Punkt concentriren würde, auf eine grössere Oberfläche vertheilt, gewinnt nun bei Branchipus im Laufe der postlarvalen Entwicklung eine ausserordentliche Ausbreitung. An vielen Stellen heften sich aber die Muskelsehnen nicht direct mittelst Connectivfäden am Integument an, sondern gehen in eine durch solche suspendirte Lamelle über, welche sich der Integumentfläche parallel als Basalplatte unterhalb jener ausbreitet. Auf diese Weise entwickeln sich an einzelnen Stellen in grösserer Ausdehnung chitinige Lamellen des Körpers unterhalb der Hypodermis, an welche sich die Muskeln inseriren, oder es sind kleinere, schon äusserlich durch ihre Vorwölbung bemerkbare Hautdistricte, welche durch eine untere mittelst Connectivfäden suspendirte Platte gestützt werden. Inwieweit diese bindegewebigen Chitinlagen, welche ein ausgedehntes inneres Skelet zusammensetzen, Erzeugnisse der Hypodermis, beziehungsweise mit jenen eng verbundene selbstständige Bindegewebsbildungen sind, dürfte sich an vielen Stellen kaum mit Sicherheit entscheiden lassen. Der letzteren Kategorie gehören die membranösen Platten und Netze an, in welchen Muskelbündel verschiedenen Verlaufes mit einander vereinigt sind, um mittelst derselben durch Connectivfasern an der Haut befestigt zu werden. Derartige Sehnenhäute treten z. B. an der Ventralseite zwischen den schrägen Muskelbündeln der Segmente und den Quermuskeln der entsprechenden Beinpaare auf (Taf. III, Fig. 7 b′, γ, δ), erstrecken sich aber auch zwischen die Längsbündel der dorsalen Rumpfmuskeln, deren Segmentabschnitte am ausgebildeten Thiere durch intermusculäre, am Integument entspringende Sehnenscheiben abgegrenzt werden. Jene Sehnenhäute werden am dorsalen Integumente suspendirt und dienen den schräg medialwärts absteigenden dorsoventralen Segmentmuskeln zur Insertion.

6. Nervensystem und Sinnesorgane.

Die strickleiterförmige Gestaltung der Ganglienkette, bedingt durch den weiten Abstand der seitlichen Ganglienknoten und die hiermit im Connex stehende ansehnliche Breite der Quercommissuren, erscheint als ein fast durchgreifender Charakter der Phyl-

lopoden und trifft bekanntlich auch für das Nervensystem von Branchipus zu. In gleicher Weise kann die Lage des Antennenganglions am Schlundring, sowie die persistent gebliebene Trennung der Kiefergangliен als Ausdruck des ursprünglichen Verhaltens betrachtet werden.

An Stelle einer sonst so häufig auftretenden unteren Schlundganglienmasse, finden wir die einzelnen, wenn auch wenig umfangreichen Ganglien für die Mundes-Gliedmassenpaare, die Mandibeln und Maxillen, gesondert, so dass den 11 Ganglienpaaren der beintragenden Segmente ausser dem Antennenganglion des langgestreckten Schlundringes noch 3 Ganglienpaare der Mundesgliedmassen (Taf. V. Fig. 1 Mdg, Mx'g Mx''g) vorausgehen. Auf die 11 Ganglien der bein-tragenden Segmente folgen dann noch, wie ich ebenfalls bereits in meiner früheren Arbeit nachgewiesen habe, zwei kleinere Ganglienpaare in den Genitalsegmenten, welche wie jene je durch zwei Querstränge verbunden sind. Die Quercommissur des letzteren dieser Ganglienpaare ist jedoch nicht, wie ich früher glaubte, einfach, sondern doppelt, wenn auch der zweite hintere Querfaserzug so überaus zart bleibt, dass derselbe leicht übersehen werden kann. In gleicher Weise ist die Quercommissur der Kiefergangliен wie nach Spangenberg die von Limnadia doppelt; ebenso verhält sich die vor dem Mandibelsegmente gelegene Quercommissur des Antennenganglions, nur die Mandibelcommissur erscheint auf eine einfache stärkere Querbrücke reducirt (Taf. V, Fig. 1).

In den auf die Genitalsegmente folgenden Segmenten des Abdomens werden im Zusammenhang mit dem Ausfall der Gliedmassen die Ganglien vermisst, indessen haben sich an den austretenden Nervenstämmchen noch Ueberreste von zwei Ganglienpaaren in den beiden vorderen Segmenten erhalten (Taf. II, Fig. 7), von denen das vordere auch noch eine zarte Quercommissur erkennen lässt (Taf. IV, Fig. 7 G'''). Wie bekannt, treten aus jedem der in zwei Abschnitte eingeschnürten Ganglien zwei Seitennerven zu den Muskeln der Gliedmassen und des entsprechenden Rumpfsegmentes aus. Die letzt erwähnten Rudimente geben jedoch nur einen Nerven zur Versorgung der Stammesmuskulatur, sowie der Tastborsten des nachfolgenden Segmentes ab.

Das mit Recht als „Gehirn" bezeichnete obere Schlundganglion gewinnt während der Entwicklung zur Branchipusform mit beweglichem Stilauge den vornehmlich aus dem Augenganglion bestehenden secundären Gehirnabschnitt, welcher der Naupliuslarve noch abgeht. Das für diesen Zustand charakteristische primäre Gehirn-

ganglion erscheint seiner Form nach und mit Rücksicht auf die Lage an der Ventralseite einem Segmentganglion ähnlich, kann jedoch, wie ich bereits an einem anderen Orte [1]) darlegte, ebensowenig als einem solchen homologer Abschnitt des Nervensystems betrachtet werden, als der zugehörige die Vorderantennen tragende Kopftheil keinem Segmente gleichwerthig ist. Derselbe ist vielmehr aus der besonders organisirten Vorderregion eines ursprünglich noch ungegliederten Körpers hervorgegangen, in dessen Rumpfabschnitt sich die Segmente als Wiederholungen untereinander homologer Theilstücke entwickelten. Der primäre Gehirnabschnitt mit seinem dreitheiligen Stirnauge nebst Antennenpaar ist auf die Scheitelplatte der Lovén'schen Larve, der Uranlage des supraoesophagealen Nervencentrums der Gliederwürmer, zurückzuführen, während die Segmentganglien als paarige Hypodermisverdickungen an der Ventralseite ihren Ursprung nehmen.

An den primären, peripherisch von Ganglienzellen bekleideten Hirnabschnitt, dessen Gestaltung am besten von der Ventralseite aus zu verfolgen ist, unterscheidet man zwei durch eine Querbrücke verbundene vordere [2]) Lappen (a) und ebensoviel kleinere, seitlich weiter abstehende hintere Lappen (c), deren Ganglienzellen ebenfalls durch eine besondere Commissur von Querfasern verbunden sind. Die kleineren Lappen können auch als Fühlerlappen (Al) bezeichnet werden, da aus denselben die Nerven der ersten Antennen entspringen, während aus den vorderen, median fast in ganzer Höhe vereinigten Vorderlappen (vl) das grosse dreitheilige Stirnauge und eigenthümliche, erst im Laufe der späteren Larvenformen zur Entfaltung gelangende Sinneszellen ihre Nerven empfangen. Dazu kommen noch zwei über den Vorderlappen gelegene, mächtig vorspringende Dorsalanschwellungen, welche median durch eine tiefe und breite Furche getrennt, vorn in die Frontalorgane auslaufen und seitlich in die Augenganglien überführen. Wie weit diese Dorsallappen, deren ansehnlicher Rindenbelag wohl einem Projectionscentrum erster Ordnung entsprechen dürfte, im Zusammenhang mit den Augenganglien als secundär hinzugetretene Abschnitte die Stirn- und Rückenseite der primären Hirnganglien verstärkt haben, erscheint nicht bestimmbar. (Taf. V, Fig. 3, Taf. VII, Fig. 3 Dl.)

[1]) Vergl. Claus, Der Organismus der Phronimiden. Arbeiten aus dem zool. Institute etc. zu Wien. Tom. II, 1879, pag. 55.

Derselbe, Neue Beiträge z. Morphologie d. Crustaceen. Ebendaselbst. Tom. VI, 1885, pag. 7, 93, 94.

[2]) In meiner früheren Arbeit über Branchipus wurden die Lappen (a) als obere und (b) untere bezeichnet.

Im Centrum des Gehirns findet sich zwischen der vorderen und hinteren Commissur der für das Arthropodengehirn charakteristische Centralkörper, in unserem Falle wie überhaupt bei den Phyllopoden als querovales balkenförmiges Gebilde umschrieben, an dessen Frontalseite eine mittlere Erhebung halbkuglig hervorragt. (Taf. V, Fig. 4 Ck.) In demselben kreuzen sich mehrere Gruppen bogenförmig einstrahlender Faserzüge verschiedener Richtung, und so kommt es, dass die Schnittfläche stets eine dichte Häufung quer und schräg getroffener Fasern, sogenannte Punktsubstanz, enthält. Dieser Centralkörper entspricht offenbar dem fächerförmigen Gebilde im Insectengehirn, dessen ganz ähnliche Structur bereits von Dietl, Berger u. A. beschrieben wurde, und enthält an seiner Begrenzung vereinzelte Kerne (Taf. VI, Fig. 8 und 9 Bk.), welche wie die grossen Kerne zwischen Augenganglion und Retinaganglion (Taf. VII, Fig. 4, 6 Bk.) auf Bindesubstanz zurückzuführen sind. Indessen findet sich auch rechts und links zu den Seiten der vorderen Erhebung des Centralkörpers eine Gruppe sehr kleiner Ganglienzellen, welche man als in die Tiefe gerückte Wucherung des oberflächlichen Rindenbelages zu betrachten hat, obwohl sie auf dem Querschnitt den Eindruck eingelagerter Ganglienkerne darbietet (Taf. VI, Fig. 7 Gz.).

Das Gehirn der Cladoceren und insbesondere der Gattung Daphnia zeigt in seiner Structur ganz ähnliche Verhältnisse, auf die ich bei dieser Gelegenheit zurückkomme, um frühere abweichende Angaben auf Grund erneuerter Beobachtungen zu berichtigen.[1]) Auch am Cladocerengehirn wurden die ventralen durch zwei Querfaserbrücken verbundenen Ganglienlager, welche dem Vorderlappen und den hinteren oder Antennenlappen des Phyllopodengehirns entsprechen, von mir beobachtet und abgebildet, unrichtigerweise aber als „Ganglienkerne" in die Tiefe verlegt. Was ich am Gehirn von Daphnia similis als Ganglienkerne der Seitenlappen beschrieben, sind die vorderen, oberflächlich vorspringenden Ganglienzellen, während das rundliche Zellenlager unterhalb des Antennennerven sammt der mehr medialen birnförmigen Gruppe von Ganglienzellen dem Antennenganglion entspricht. Der dorsale Hirnlappen reducirt sich wohl im Zusammenhang mit der geringeren Augenentwicklung auf den dorsalen Rindenbelag der flachen und nicht in Form grösserer Anschwellungen vorspringenden Decke. Dem quergezogenen Centralkörper zwischen beiden Quercommissuren

[1]) C. Claus: Zur Kenntniss der Organisation und des feineren Baues der Daphniden. Zeitschr. f. wiss. Zool. Tom. XXV, 1876, l. c. pag. 376, Taf. XXVI, Fig. 10.

entspricht die als „oblonger Kern“ beschriebene Bildung an deren Frontalseite die rundliche Erhebung in gleicher Weise wiederkehrt und bereits von Weismann[1]) bei Leptodora als „halbkugliger Aufsatz“ unterschieden war. Möglicherweise finden sich, was auf Querschnitten sich ergeben müsste, auch hier die beiden in die Tiefe gerückten Einlagerungen von Ganglienzellen, auf welche ich die zwei von mir beobachteten nach der Medianlinie zusammengedrängten Gangliengruppen beziehen würde.

Die Grösse der in der Hirnrinde gelegenen Ganglienzellen nimmt bei Branchipus während des postlarvalen Wachsthums bedeutend zu; einen sehr ansehnlichen Umfang erlangen mehrere Ganglienzellen an der Grenze der hinteren Quercommissur, sowie am Vorderende des rechten und linken Dorsallappens. Dann folgen der Grösse nach die Ganglienzellen der Gehirnfortsätze, welche zu dem Frontalorgan und den an der Ventralseite der Stirn ausgebreiteten Sinneszellen treten. Sehr klein sind die Zellen der beiden Ganglienhaufen zu den Seiten des Centralkörpers, grösser schon die der Rinde des Augenganglions.

Am Gehirn des erwachsenen Thieres erscheint die Oberfläche der medianen Einsenkung zwischen beiden Dorsallappen, sowie ein entsprechender medianer Abschnitt der ventralen Oberfläche zwischen den Vorderlappen von Ganglienzellen frei. Nur an der hinteren Grenze der letzteren, oberhalb des Schlundes, findet sich die bereits erwähnte Gruppe der drei grossen Ganglienzellen von einigen kleinen Zellen umstellt (Tag. V, Fig. 3 und 4 GGz).

Im jugendlichen Alter bildet der Ganglienbelag eine continuirliche Decke, die erst mit dem weiteren Wachsthum an den erwähnten Stellen sowie an dem zum Augennerven sich gestaltenden Abschnitt zwischen Gehirn und Augenganglion durch Auseinanderrücken der Zellengruppen unterbrochen wird. Mit der Ausdehnung dieser von Ganglienzellen freien Felder ist zugleich eine allmälige

[1]) Während Weismann an die Möglichkeit dachte, dass der centrale Körper im Gehirne von Leptodora ein Gehörbläschen darstelle, bemerkte ich, dass am lebenden Daphnienhirn ein im Gehirn eingelagerter Körper durchscheine, der zwar den Eindruck eines Bläschens mache, in Wahrheit jedoch einer jener complicirten Einlagerungen entspreche. Wenn daher Spangenberg, welcher den Centralkörper des Limnadiahirns in der Profillage des Thieres ganz wie bei Daphniden in Gestalt eines hellen runden Bläschens aus der matten Hirnsubstanz hervorscheinen sah, an Täuschungen erinnert, zu welcher diese Bildung Anlass geben könne und mir die Angabe eines selbstständigen Bläschens bei Daphnia zuschreibt, so beweist er hiermit, dass er meine gerade das Gegentheil besagende Darstellung nicht gerade sorgfältig gelesen haben kann.

Gestaltveränderung des Gehirnes verbunden, welches im Zustand des erwachsenen Thieres von Leydig als „mehrfach eingekerbter Halbring“ bezeichnet wurde. Noch bedeutender sind Gestaltveränderungen, welche das Gehirn von Apus nicht nur mit Bezug auf die Ausbreitung der nackten Oberflächentheile, sondern auf die Länge der Commissuren und die Austrittstelle der Antennennerven durchläuft. Allerdings muss es bei der ersten Betrachtung höchst auffallend erscheinen, dass hier der Nerv der vorderen Antenne vom Gehirn entfernt an der Schlundcommissur entspringt, indessen würde es verfehlt sein, diesem Verhältniss eine andere als ganz secundäre, mit der veränderten Lage der Gliedmasse zusammenhängende Bedeutung beizulegen. Schon bei einer früheren [1]) Gelegenheit habe ich daher die Ansicht E. Ray Lankester's [2]) zurückgewiesen, nach welcher der schon von Zaddach beschriebene Austritt des Antennennerven am Schlundring für die Natur der vorderen Antenne als postorale Gliedmasse beweisend sei, da die Stelle der Abzweigung nicht mit dem Ursprung der Nervenwurzel zusammenfalle und nur die letztere als entscheidend in Betracht komme.

In der That hat nun inzwischen auch ein Schüler [3]) Ray Lankester's gezeigt, dass der Antennennerv bei Apus, wie nach dem Verhalten von Branchipus gar nicht anders denkbar war, in Ganglienzellen des Gehirnes wurzelt, gleichwohl aber die völlig unhaltbare Vorstellung eines Archicerebrum und Syncerebrum [4]) im Sinne seines Lehrers aufrecht erhalten. Ich kenne keine Thatsache, durch welche die Annahme eines Urgehirns als ausschliessliches Centrum des Augenpaares gerechtfertigt und das secundäre Hinzukommen eines zweiten Centrums für die Antenne zur Begründung eines Syncerebrums verwerthet werden könnte. Im Gegentheil muss vom phylogenetischen Standpunkt die Antenne als frühere Bildung im Vergleiche zu dem grossen seitlichen Augenpaar betrachtet werden, zumal die Entstehung des letzteren direct mit dem Auftreten eines

[1]) C. Claus: Neue Beiträge zur Morphologie der Crustaceen. Arbeiten des zool. Institutes etc. in Wien. Tom. VI, 1885, pag. 8.

[2]) E. Ray Lankester, Appendages and nervous system of Apus cancriformis. Quarterly Journal of microsc. science. Vol. XXI, 1881.

[3]) Paul Pelseneer, Observations on the nervous system of Apus. Ebend. 1885.

[4]) Wie sehr noch die Morphologie der Crustaceen im Argen liegt, kann man aus dieser Vorstellung eines Archicerebrum und Syncerebrum entnehmen. Auch Packard hat wie ich aus dessen jüngst erschienenen Schrift „On the Structure of the sessile eyed Crustacea“, deren Inhalt einen neuen Beleg für meine Behauptung gibt, diese völlig unhaltbare Lehre adoptirt.

secundären Gehirnabschnittes zusammenfällt. Noch naturwidriger aber erscheint die Deutung, die Gangliencentren des ersten Antennenpaares auf ein erstes Ganglienpaar der Bauchkette beziehen zu wollen und weiterhin das so klar als erstes Rumpfganglion vorliegende Ganglion des zweiten Antennenpaares mit seinen beiden Quercommissuren wegen der Abgabe des Lippenringes und des mit diesem verbundenen Ganglienknotens von den segmentalen Ganglien der Bauchkette auszuschliessen und als dem Eingeweidenervensystem zugehörig anzusehen und lediglich die kleine laterale Gruppe von Nervenzellen, an welcher die Antennennerven austreten, als Antennenganglion zu betrachten.

Die mit feinen Körnchen erfüllten Blasen, welche symmetrisch dem Centralkörper anlagern und auf den ersten Blick mit Nervenzellen verwechselt werden, verhalten sich nach Tinction und Beschaffenheit genau wie Kerne von Bindegewebszellen, deren umlagernde Fasermasse, von der fibrillären und molecularen Marksubstanz wohl unterscheidbar, auf eingewucherte Bindesubstanz zurückzuführen ist. Dieselbe Bedeutung haben die grossen Kernblasen zwischen Augen- und Retinaganglion, auf die ich später zurückkommen werde.

Die wohl ausschliesslich longitudinale Fasern enthaltende Schlundcommissur trägt auf ihrer Oberfläche einen Belag von Ganglienzellen, welcher die laterale Seite vornehmlich ventralwärts weit übergreifend, fast ganz bekleidet und nur an der Medialseite vollständig vermisst wird. (Taf. VI, Fig. 1, 2 SC). Man wird kaum irren, diesen im hintern Theile der Commissur durch einzelne grosse Zellen ausgezeichneten Belag, wie ich dies bereits in der früheren Arbeit that, auf das über eine grössere Fläche ausgebreitete Ganglion des zweiten Antennen- oder ersten Rumpfsegmentes zu beziehen, dessen Nerven aus der Schlundcommissur entspringen, und demgemäss die Querfaserbrücke am Ende beider Commissurenschenkel auf die diesem Ganglion zugehörige Quercommissur hinter der Schlundwandung zurückzuführen.

Dieselbe war wohl zuerst in der trefflichen Arbeit Zaddach's [1]) über Apus cancriformis für diese Gattung, dann durch Klunzinger [2]) für die Estheriden, sowie für Leptodera durch Nic. Wagner und P. E. Müller beschrieben, und erst

[1]) E. G. Zaddach, De apodis cancriformis Schaeff. anatome et historia evolutionis. Dissertatio inaug. etc. Bonnae 1841, Taf. III, Fig. 5.

[2]) Klunzinger, Beiträge zur Kenntniss der Limnadiden. Zeitschrift für wiss. Zool. 1864.

später von mir [1]) für Branchipus und Daphnia nachgewiesen und zugleich ihrer Bedeutung nach gewürdigt worden.

In letzterer Hinsicht erlaube ich mir insbesondere auf die Darstellung hinzuweisen, welche ich in der Daphniden-Arbeit (pag. 378) und später in der Schrift über Phronima (pag. 65), sowie auf die in meinen neuen Beiträgen zur Morphologie [2]) der Crustaceen gegebene Correctur über diesen Gegenstand veröffentlicht habe.

Von besonderem Interesse erscheint aber die Thatsache, dass diese Commissur eine doppelte ist und sich somit wie die Querverbindung der folgenden Ganglienpaare der Bauchkette verhält. Schon Zaddach hat für Apus diese zweite Quercommissur als Ramus transversus der Oesophagusnerven beschrieben; auch hat neuerdings besonders Spangenberg für Limnadia das Vorhandensein zweier, den Schlund von hinten her umgürtender Quercommissuren hervorgehoben. Da die hintere schwächere derselben den in der Tiefe gelegenen Rand des Mundes umzieht, wird man dieselbe auch als Mundcommissur bezeichnen können, im Gegensatz zu der ersten stärkern Commissur, welche vom Mundeingang etwas weiter entfernt liegt.

Auch bei den Cladoceren sind nach Spangenberg's [3]) detaillirten Angaben beide Commissuren vorhanden, von denen die eine den Lippennerven abgeben soll, ein offenbar secundäres Verhältniss, wie sich wohl aus dem Verhalten bei Branchipus bestimmt ergibt. (Taf. VI, Fig. 3 GA''.) Denn hier kann man mit grösserer Sicherheit den Ursprung des Lippennerven unterhalb des Mundnervenringes bestimmen und den Austritt des letztern auf das Ganglion selbst beziehen, wie es auch das ursprüngliche Verhältniss voraussetzt, falls wirklich der Mundnervenring der zweiten ebenfalls hinter

[1]) C. Claus, Branchipus-Arbeit 1873, l. c. Taf. IV, Fig. 11, pag. 24. Derselbe, Daphniden-Arbeit 1876, l. c. pag. 378, Taf. XXVI, Fig. 10.

[2]) C. Claus, l. c. pag. 7 und 94. Die in der Phronimaschrift ausgesprochene Vermuthung, dass ursprünglich der Ganglienbelag der Schlundcommissur überhaupt kein wahres Ganglion für das Mundsegment gebildet habe, wird nicht nur durch die Zurückführung dieses gewöhnlich als Mundsegment bezeichneten Abschnitts auf das erste Rumpfmetamer, sondern auch durch die einer solchen Auffassung entsprechende Quercommissur zurückgewiesen.

[3]) Fr. Spangenberg, Ueber Bau und Entwicklung der Daphniden. Göttinger Anzeigen. 1879. In dieser wie in der Mittheilung über Limnadia finden sich zahlreiche auf genauer und sorgfältiger Beobachtung beruhende Detailangaben insbesondere über das Nervensystem, die jedoch leider ohne Abbildungen schwer verständlich bleiben und sich deshalb bislang der Beachtung entzogen haben.

dem Schlunde (Mundeingang) gelegenen Quercommissur des Antennenganglions entspricht. Der in die Oberlippe absteigende Nerv, welcher die Seitenwand des Mundeinganges umgreifend, sich mit dem der anderen Seite zu einem geschlossenen Ring vereinigt (LR) und dann an der Decke des Atriums über den Laden der Mandibeln mittelst doppelter Wurzeln ein medianes ansehnliches Ganglion bildet (Taf. VI, Fig. 4 LG), erscheint an seiner convexen Seite von Ganglienzellen bekleidet und entsendet zarte Nerven sowohl zu den Muskeln des Schlundes und der Oberlippe als zu der Wandung der Vorhöhle mit dem zungenförmigen Epipharynx. Zaddach hat bereits die Lippennerven nebst dem unpaaren Ganglion gekannt und dessen Nerven als Eingeweidenerven betrachtet, unrichtigerweise aber auch die Antennenganglien als den paarigen Schlundganglien der Insecten entsprechend, in derselben Weise gedeutet. Spangenberg dagegen betrachtet die Mundcommissur, von der schon Zaddach zeigte, dass sie hinter dem Schlunde verläuft, unrichtiger Weise als eine vordere. Hätte sie in Wahrheit die vordere Lage, so würde der Schlund den Raum zwischen beiden Quercommissuren des Antennenganglions durchsetzen, während er thatsächlich unmittelbar vor denselben zwischen die Längscommissuren eintritt.

Ueber die Hirnnerven vermag ich meinen früheren Angaben nur wenig zuzufügen. Die drei Nerven des Stirnauges (Taf. V, Fig. 3, Taf. VI, Fig. 11) entspringen vorn an dem wenig bemerkbaren Zwischentheil der beiden Vorderlappen. Der sog. Sehnerv des grossen Seitenauges entwickelt sich erst während des postlarvalen Wachsthums zu einem langgestreckten Stamm zwischen Dorsallappen und Augenganglion. Anfangs stehen diese Centren in unmittelbarer Verbindung und sind nur durch eine Einschnürung abgesetzt, in welcher der gangliöse Rindenbelag beider Theile zusammentrifft. Erst im vorgeschrittenerem Larvenalter wird zwischen denselben ein engeres Verbindungsstück bemerkbar, welches sich allmälig verlängert und zu dem langgestreckten Sehnerven auszieht. Dem Dorsallappen gehört auch das frontale Sinnesorgan an, welches mehr als Ausläufer der Ganglienrinde am vorderen zipfelförmigen Ende jedes Lappens entspringt und unmittelbar zur Seite des Entomostrakenauges am Scheitel des Kopfes seine Lage hat. (Taf. VI, Fig. 11, 12.) Man kann dasselbe geradezu als den am Integument haftenden im Ectoderm verbliebenen Theil der Gehirnanlage betrachten, zumal mit Rücksicht auf die höchst einfache Structur, die sich im Wesentlichen auf eine colossal ver-

grösserte Hypodermiszelle reducirt, in deren Peripherie unterhalb der kleinzelligen oberflächlichen Hypodermisschicht ein Kranz von Ganglienzellen angelagert ist. (Taf. VI, Fig. 10.) Im Leben erscheint die Centralzelle als eine matt glänzende einwärts vorspringende Halbkugel, in welcher man leicht mittelst Reagentien die grosse kugelige Kernblase nachweist. Der die Zelle bedeckende Abschnitt der Cuticula erscheint flach, zuweilen fast uhrglasförmig verdickt und entbehrt der im Umkreis der Zelle nachweisbaren kleinzelligen Hypodermislage, welcher vielmehr die grosse Zelle selbst angehört. Der ringförmige Kranz anliegender Ganglienzellen bezeichnet das peripherische Ende eines in die Spitze des Vorderlappens übergehenden Stranges von bipolaren Ganglienzellen, deren Ausläufer ganz ansehnliche langgezogene Nervenfasern darstellen. Ueber die Function dieses Sinnesorganes, welches in modificirter Form und mit Cuticularanhängen verbunden bei anderen Phyllopoden und Entomostraken wiederkehrt, fehlen sichere Anhaltspunkte.

Von unbekannter Bedeutung ist auch ein zweites Sinnesorgan, welches sich trotz seiner beträchtlichen Ausdehnung bei Branchipus seither der Beobachtung völlig entzogen hat, wohl zum Theil deshalb, weil dasselbe den jüngeren, vornehmlich und am genauesten untersuchten Larven noch abgeht und sich erst in den späteren Stadien, kurz vor der Differenzirung der Genitalsegmente zu entwickeln beginnt, dann aber mit dem fortschreitenden Wachsthum rasch eine grössere Ausdehnung gewinnt. Es handelt sich offenbar um dasselbe Sinnesorgan, welches bei den Cladoceren längst bekannt, zuerst von Leydig[1]) als Nackenorgan beschrieben und mit seinen „scharf conturirten einfachen oder geschlängelten Ringen“ näher dargestellt wurde. Bei Branchipus ist die Lage dieses Sinnesorgans, welches nach der Gestaltung seiner Zellen, als das der gehäuften Kolbenzellen zu benennen sein dürfte, eine ganz andere, obwohl der Nervenursprung am Gehirn der gleiche bleibt. Wie bei Daphnia, Sida, Lynceus entspringen die Nerven desselben ventralwärts an den Zipfeln der Vorderlappen, unterhalb und etwas medialwärts von den Gehirnfortsätzen des Frontalorgans. Während dieselben dort aber dorsalwärts umbiegen und bei bedeutender Länge nach der Nackengegend Zweige entsenden, bleiben sie bei Branchipus kurz und bilden in der Stirngegend, welche während des fortschreitenden Wachsthums zugleich mit dem Emporrücken

[1]) Fr. Leydig: Naturgeschichte der Daphniden. Tübingen 1860, pag. 42, Taf. 5, Fig. 44c; ferner C. Claus: Daphnidenarbeit, l. c., pag. 374, 375, Taf. XXVI, Fig. 9, 11.

des zweiten Antennenpaares nach dem Scheitel zu vorrückt, eine grosse Zahl kurzer mit Kolbenzellen endigender Verzweigungen. Die gangliösen Endzellen liegen gruppenweise vereinigt unterhalb der Hypodermis dem Integumente an und sind wie die der Cladoceren durch eigenthümliche scharfconturirte und stark glänzende Einlagerungen ausgezeichnet, welche wie jene, als Erzeugnisse des Protoplasmas, in Form drei- und mehr-zinkiger Nadeln an gewisse Kieselspicula der Silicospongien erinnern. Auffallend klein im Verhältnisse zur Grösse des unregelmässigen Zellleibes bleibt der rundlich ovale Zellkern, welcher erst nach Behandlung mit Reagentien, insbesondere an tingirten Schnitten leicht nachgewiesen wird, am lebenden Thiere aber nicht hervortritt. In jugendlichen Stadien von circa 4 Mm. Länge lagern diese Zellengruppen in Form eines guirlandenähnlichen Streifens längs der schwachgewölbten Stirn ventralwärts vom Stirnauge und Frontalorgan (Taf. V. Fig. 3, 4, 5) und erscheinen in unmittelbarer Verbindung mit dem verlängerten Vorderrande beider Gehirnhälften, deren Ganglienbelag hier relativ grosse Zellen enthält. Mit dem fortschreitendem Wachsthum verlängern sich die Fortsätze und lassen nun deutlich die Nervenstämme erkennen, welche durch abzweigende Seitenäste die von einander weiter abrückenden Zellengruppen versorgen. (Taf. V, Fig. 6 und 7 SF.) Man könnte für wahrscheinlich halten und hierin auch durch die Beobachtung der zuerst erscheinenden Sinneszellen bestärkt werden, dass dieselben vom Gehirn getrennt in der Hypodermis — ähnlich wie die Nervenzellen unter den Tastborsten am Abdomen — ihren Ursprung nehmen, und sich erst secundär mit dem Gehirn in Verbindung setzen. Eine solche Entstehungsweise konnte jedoch nicht constatirt werden. Vielmehr gewinnt man an 2 bis 3 Mm. langen Larven den Eindruck, als wenn diese Zellen allmälig aus dem Rindenbelag hervortreten und sich mit dem Wachsthum des Thieres mehr und mehr frei erheben, indem die verbindenden Nervenfasern, wie auch an den Nervenzellen des Frontalorganes länger werden. Zu den Seiten des subfrontalen Hautbezirkes, unter welchem sich die überaus zahlreichen und dicht gehäuften Kolbenzellen ausbreiten, entwickelt sich von der Dorsalseite ein System chitinöser Fäden und Trabekeln, welche in der Tiefe jederseits convergirend in lange Sehnen des Endoskelets auslaufen. Am erwachsenen, männlichen Thiere erscheint das zum Scheitel emporgerückte Hautfeld oberhalb des reich verzweigten, aus Hunderten von Zellen gebildeten Sinnesorganes zwischen Erhebungen des Integuments, an denen das Chitingerüst entspringt, mehr oder minder sattelförmig eingesenkt.

Auch bei Artemia fehlt dieses Sinnesorgan nicht und ist leicht unterhalb des Stirnrandes vor dem Stirnauge nachzuweisen (Taf. V, Fig. 2 SO). Die Ausbreitung desselben erscheint jedoch wohl im Zusammenhang mit der geringen Körpergrösse eine weit geringere und entspricht etwa dem Zustande an Jugendformen des Branchipus von gleicher Körpergrösse. Auch die Beschaffenheit der grossen Zellen mit ihrem mattglänzenden Protoplasma und relativ kleinen Kernen verhält sich ganz ähnlich, nur sind die festen Einlagerungen weniger entwickelt und auf feine Spangen beschränkt.

Verständlicher als die Function dieses reich verzweigten, seiner Bedeutung nach unaufgeklärten Sinnesorganes ist die Bedeutung des an den Antennen, sowie am Integument der Segmente auftretenden Cuticularanhänge mit den zugehörigen subcuticularen Ganglienzellen. An der Spitze der vorderen Antennen finden sich die allen zugehörigen Phyllopoden als Riech- oder Spürorgane zu deutenden geknöpften Röhrchen, sowie die drei langen, terminalen Tastborsten, an den Kopfhörnern erheben sich vornehmlich im männlichen Geschlecht dicht gehäufte Gruppen von Tastborsten und an den Segmenten die grossen vereinzelt stehenden Seitenborsten, welche ebenfalls dem Tast- und Gefühlsinn dienen dürften. Die letzteren, von ansehnlicher Länge und leicht geschwungener Form, sind in ganz bestimmter Zahl und Lage über die einzelnen Segmente vertheilt und entwickeln sich schon am Larvenleibe mit der Segmentbildung in der bereits besprochenen Weise. Bei beginnender Differenzirung der Genitalsegmente, also an circa 3—4 Mm. langen Formen, trägt jedes der auf die Kieferregion folgenden Rumpfsegmente mit Ausnahme des 15. und 17. an der Rückenfläche eine rechte und linke Tastborste, welche jedoch am 4., 9. und 13. Segmente so weit medialwärts gerückt sind, dass sie bei Betrachtung des Thieres von der Bauch- oder Rückenfläche nicht über den Seitenrand des Körpers hervorstehen und deshalb an diesen Stellen leicht übersehen werden. Das 15., 17. und 19. Segment tragen ihre Tastborsten seitlich an der Ventralseite, das 19. Segment aber besitzt auch noch ein mediales und laterales Borstenpaar an der Rückenfläche, dem Hinterrande genähert. Das mit Unrecht als Segment betrachtete Afterstück entbehrt der Tastborsten vollständig. Dass sich mit fortschreitender Grössenzunahme des Körpers die Zahl der Tastborstenpaare noch vermehrt, halte ich nicht für wahrscheinlich, indessen habe ich versäumt, auf diese Frage mein Augenmerk zu richten. Bezüglich des näheren Verhaltens der Zellengruppen, welche sich unterhalb der basalen Erhebung jeder Borste finden, hat man

zwischen nervösen Tastborsten und matricalen Zellen wohl zu unterscheiden. Die Ganglienzelle, zu welcher der herantretende Nerv anschwillt, ist spindelförmig gestreckt und liegt von der Insertion der Borste weiter entfernt, als die mit rundlichen Kernen versehenen viel kleineren Hypodermiszellen [1]), welche die Matrix der Borste darstellen und unmittelbar ihrer Basis anliegen. Spangenberg [2]) hat zwischen den letzteren noch eine Zelle beschrieben, welche er ebenfalls für eine Nervenzelle hält und mit dem peripherischen Fortsatz der grossen spindelförmigen Ganglienzelle verbunden darstellt. Dann wäre zwischen dem Achsenfaden der Borste und Ganglienzelle noch eine zweite distale Zelle eingeschoben und das Verhältniss der Nervenendigung complicirter als an den Tastborsten der Corethralarve und der Cladoceren. Ich habe mich vergeblich bemüht, diese zweite peripherische Zelle aufzufinden, obwohl ich von vorneherein mit Rücksicht auf das Verhalten des Antennennerven, an welchen zuerst Leydig für Branchipus und Daphnia zwei aufeinander folgende Ganglienanschwellungen beschrieb, geneigt war, das Vorhandensein derselben für wahrscheinlich zu halten. Ich kann jedoch nur meine frühere in der Argulus-Arbeit gegebene Darstellung bestätigen. (Taf. V, Fig. 8.) Uebrigens finden sich unter der Hypodermis vereinzelte Ganglienzellen, über welchen das Integument keine Tastborste bildet, und solche liegen in dem letzten und vorletzten Abdominalsegmente in nur geringer Entfernung von der Spindelzelle der Tastborste, so dass eine Täuschung im Sinne zweier der Tastborsten zugehörigen Nervenzellen leicht möglich ist.

Bei Artemia bietet die Vertheilung der Tastborste am Abdomen einige bereits oben hervorgehobene charakteristische Abweichungen, während das Verhalten der Nerven- und Hypodermiszellen dasselbe ist.

7. Die Stielaugen.

Die zusammengesetzten Seitenaugen unserer Gattung beanspruchen deshalb ein erhöhtes Interesse, weil dieselben, wie die der Decapoden und Stomatopoden auf beweglichen Stielen sitzen, welche sich erst im Verlaufe der Metamorphose entwickeln und uns über die morphologische Bedeutung des Stielauges zuverlässigen Aufschluss geben. Dass das Stielauge der Stomatopoden und Decapoden

[1]) C. Claus, l. c., 1875, pag. 25, Taf. XVIII, Fig. 52; derselbe l. c., 1876, pag. 377.

[2]) Spangenberg, l. c., 1875, pag. 29, Taf. II, Fig. 9 a b.

sind homologe Bildungen, ergibt sich nicht nur aus der ähnlichen Entwicklungsweise während des Protozoëa- und Zoëastadiums (Euphausia, Penaeus), sondern auch aus den gleichwerthigen Ganglien-gruppen und Faserzügen der gewöhnlich als Augenganglien bezeichneten Nervencentren und aus deren Verhältniss zu den dorsalen Gehirnlappen, von welchen sie entspringen. Das relativ einfachere Verhalten dieser Nervencentren bei Branchipus als der niederen und ursprünglichen Gattung ist ein neuer Grund für die Bedeutung des Branchipus-Auges, aus dessen einfacherem und deshalb leichter zu eruirendem feinern Bau wir zum besseren Verständniss der Complicationen im Stielauge der Malakostraken und der dieser so nahe stehenden Gattung Nebalia Anhaltspunkte gewinnen. Obwohl ich bereits in meiner früheren Abhandlung (pag. 22, 23) die wesentlichsten Momente für die Entstehungsweise hervorgehoben und aus denselben die Bedeutung „des beweglichen Stielauges als selbstständig gewordener Kopftheile“ erwiesen habe, werden doch noch immer unrichtige Auffassungen über dasselbe verlautbar, in denen die alte Lehre von der Gleichwerthigkeit der Stielaugen mit Gliedmassen ganz ohne Rücksichtnahme auf die derselben gewordenen Widerlegung immer wieder von Neuem entwickelt wird. Wie wenig man man diesen Verhältnissen bei Branchipus Beachtung zu Theil werden liess, vermag man daraus zu entnehmen, dass in einem neueren, sonst verdienstlichem Werke über die Sehorgane[1]) der Thiere die Augen von Branchipus sogar noch als „auf unbeweglichen Stielen“ dargestellt werden, während in demselben ebensowenig wie in dem bekannten die vergleichende Embryologie behandelnden Werke von Balfour[2]) der Entwicklungsweise und der aus derselben sich ergebenden morphologischen Bedeutung des Stielauges Erwähnung geschieht.

Die Bildung des Auges als Wucherung der Hypodermis knüpft an die Anlage des in gleicher Weise sich entwickelnden Frontalorganes, sowie des dorsalen Gehirnlappens an, welchen man mit Rücksicht auf die spätere erst in der Naupliusperiode stattfindende Ausbildung theilweise wenigstens als secundäres Gehirn zu bezeichnen berechtigt ist. Ueber die Entstehung des letzteren haben wir insbesondere durch C. Grobben[3]) für die Copepoden Auf-

[1]) Dr. Justus Carrière, Die Sehorgane der Thiere, vergleichend anatomisch dargestellt. München u. Leipzig, 1885, pag. 172.

[2]) Fr. M. Balfour, Handbuch der vergleichenden Embryologie, übersetzt von Vetter. Jena, Tom. II, pag. 429.

[3]) C. Grobben, Die Entwicklungsgeschichte des Cetochilus septentrionalis Goodsir. Arbeiten aus dem zool. Institute etc. Wien, 1881. Tom. III.

schluss erhalten, und stimme ich sowohl dessen Beobachtungen, als der Auslegung derselben vollkommen bei. Insbesondere erscheint der Vergleich mit der Bildung des Branchipus-Auges, sowie die an denselben anknüpfende Deutung der vereinfachten Vorgänge bei den Copepoden als Rückbildung durchaus zutreffend. Indessen erhalten sich auch in einzelnen Familien der letzteren Reste des paarigen Auges, wie z. B. bei den Pontelliden, deren seitliche Augen schon früher von mir auf das paarige Seitenauge bezogen wurden. Während nun der primäre Hirntheil der Bauchseite zugewendet, das unpaare Stirnauge, das Sinnesorgan der Kolbenzellen und das vordere Antennenpaar versorgt, gestaltet sich das secundäre Hirn jederseits zu einem dorsalwärts stark vorspringenden Lobus, dem Centrum des Seitenauges, dessen Ganglion als der distale abgeschnürte Theil des dorsalen Gehirnlappens zu deuten sein wird.

Die Anlage des Seitenauges gewahrt man schon an jungen Metanaupliuslarven, deren Gewebe sich aufzuhellen begonnen haben. Dasselbe erscheint seitlich vom Frontalorgan als breite wulstförmige Hypodermisverdickung. Die Zellenwucherung verschmälert sich in der Tiefe und enthält hier das Material für das vom secundären Gehirnlappen noch nicht abgrenzbare Augenganglion. Eine Abbildung der etwas weiter vorgeschrittenen Augenanlage mit bereits beginnender Pigmentablagerung wurde in meiner früheren Abhandlung (Fig. 5 auf Taf. II und Fig. 5'' auf Taf. I) mitgetheilt. Das Pigment tritt zuerst an dem lateralen Ende des Augenwulstes auf, in welchem sich bald auch die ersten Krystallkegel als kleine, lichtbrechende Zapfen bemerkbar machen. Dann sind die Derivate der Hypodermiszellen bereits in eine oberflächliche Lage zur Bildung der Cuticula und der Krystallkegel und in eine tiefere Schicht für Nervenstäbe nebst Pigment gesondert, welche durch kenntlich werdende Züge von Faserbündeln continuirlich mit der zum Augenganglion sich umgestaltenden Zellenmasse zusammenhängt (Taf. VII, Fig. 1). Die letztere, welche man zum secundären Gehirne zu beziehen hat, ist zugleich mit der Augenanlage als tiefe Schicht von Ektodermzellen entstanden und bleibt während des Wachsthums lange Zeit mit dem Hypodermiswulste, den ich früher schon als Matrix des Augenstiels bezeichnet hatte, in Continuität. Diese Zellenwucherung bewirkt jedoch nicht nur die mächtige Breitenentwicklung des seitlichen Stirnabschnittes, welcher sich später als Stielauge absetzt, sondern liefert zugleich das Material zur Vermehrung der Elemente des Auges und des Augenganglions, welches in gleicher

Weise wie die Krystallkegel- und Retinulaschicht in breitem sagittalen Gürtel mit dem Hypodermiswulste verbunden bleibt und aus demselben neue Elemente empfängt. Der gürtelförmige Wulst repräsentirt demnach die Knospungszone, nicht nur für das Auge, sondern auch für die innere Nervenmasse des Augenstiels, indem die lateralwärts austretenden Zellengruppen die Krystallkegel und Nervenstäbe liefern, die medialwärts in die Tiefe eintretenden Elemente, mit den letzteren durch die Faserzüge der Nervenbündelschicht verbunden, zu Ganglienzellen des Augenganglions werden. (Taf. VII, Fig. 2.u.3.) Die Krystallkegel, welche zuerst bei beginnender Pigmentablagerung am lateralen Ende des Augenkeimes auftreten, sind transversal gerichtet, werden dann aber durch die neuen schräg nach vorn gewendeten Elemente, welche sich medialwärts aus der Knospungszone vorschieben (vergl. Fig. 8, Taf. III der älteren Abhandlung), allmälig mehr und mehr nach hinten gedrängt und dabei in eine schräge bis sagittale Stellung übergeführt. Zugleich mit diesen Vorgängen bildet sich an dem seitlich vorwachsenden Augenabschnitte des Kopfes eine hintere Wölbung aus, welche von den zuerst gebildeten, rückwärts gedrängten und nach hinten gerichteten Krystallkegeln erfüllt wird. An der medialen Grenze der hinteren Wölbung folgt noch auf die Krystallkegel eine Gruppe von Connectivfasern, welche sich in gürtelförmigem Halbbogen an der Grenzmembran der pigmentirten Nervenstabschicht ansetzen und diese an der Chitinwand befestigen. (Taf. VII, Fig. 2 Cf.)

Somit ist also die Anfangs nur auf einen kleinen flachen Kugelabschnitt beschränkte Augenanlage zugleich mit dem Vorwachsen der seitlichen Kopfpartie zu einer umfangreichen Halbkugel geworden, deren Träger der stielförmig ausgezogene Seitentheil der frontalen Kopfregion ist. Von dem mittleren, vorn das Stirnauge und die Frontalorgane, in der Tiefe das Gehirn umschliessenden Kopfabschnitt setzt sich der Augenträger während der fortschreitenden Entwicklung zugleich mit dem Auftreten mehrerer Augenmuskeln allmälig ab, ohne jedoch äusserlich von einer ausgeprägten cuticularen Umrandung begrenzt zu sein.

Die als Augenganglion bezeichnete nervöse Füllung des Augenträgers oder Stieles lässt zwei Abschnitte unterscheiden, welche während des Wachsthums von der Vorderfläche des Kopfes von der gürtelförmigen Knospungszone der Hypodermis neue Elemente aufnehmen und unterhalb des peripherischen Zellenbelages nach verschiedener Richtung verlaufende Faserzüge enthalten, eine distale,

gegen die Basis der Augenhalbkugel gewendete Masse, welche man passend als Ganglion der Retina oder schlechthin als Retina unterscheiden wird und einen proximalen gestreckteiförmigen Abschnitt, dessen verjüngtes nach Art eines Sehnerven ausgezogenes Ende aus dem Gehirnlappen entspringt. Der letztere Abschnitt, das Augenganglion im engeren Sinne, enthält eine centrale Markmasse und einen Belag von Ganglienzellen, welcher an der nach vorn gewendeten Fläche mächtig verdickt erscheint und sich nach der hintern concav eingekrümmten Fläche allmälig verliert. Die Faserzüge des Marklagers durchsetzen theilweise vom Gehirn ausstrahlend in geradem Verlaufe transversal das Augenganglion, um in das Marklager der Retina einzutreten; ein grösserer Theil von Nervenfasern kommt jedoch vom Ganglienbelage selbst und durchkreuzt jene in schräg nach hinten und aussen gerichteten Verlaufe. Minder scharf heben sich schräge vom Gehirn zu dem Ganglienbelage emporsteigende Faserzüge ab. Im Vergleiche zu dem Ganglion im Stielauge der Malakostraken verhalten sich Ganglienrinde und Faserkreuzungen überaus einfach, und es ist die Markmasse noch nicht wie im Auge der höhern Arthropoden in zwei (äusseres und inneres) oder gar in drei Marklager gesondert, welche durch innere Faserkreuzungen getrennt werden. Bei Branchipus, Apus und den Phyllopoden überhaupt unterscheiden wir keine weiteren Abschnitte des Augenganglions und die ausgeprägte Faserkreuzung liegt als äussere Kreuzung zwischen jenem und der Retina. (Taf. VII, Fig. 4). Die Bedeutung dieser Kreuzung aber ergibt sich im Zusammenhang mit dem Ganglienbelage, welcher durch Faserzüge mit dem Centralorgan des dorsalen Hinterlappens verbunden, die schräg absteigenden Faserzüge nach der Retina entsendet und sich allem Anscheine nach als eingeschobenes Centrum, gewissermassen als Projectionscentrum zweiter Ordnung, verhält. Diese zuerst von Berger[1]) ausgesprochene Ansicht scheint mir durchaus gerechtfertigt und gerade durch das einfache und klare Verhalten des Phyllopodenauges bestätigt zu werden. Freilich hat neuerdings Viallanes[2]) von den Rindenzellen des Augenganglions der Libelle behauptet, dass dieselben unipolar seien, indessen sucht man im Texte und in den Abbildungen seiner

[1]) Vergl. die auf Aeschna, Calopteryx, Musca, Apis bezüglichen Abbildungen in den Abhandlungen von Berger und von Viallanes, sowie in der Schrift von S. J. Hickson, The Eye and Optic Tract of Insects. Quarterly Journal of Microsc. Science. April 1885. Ich selbst habe die bezüglichen Präparate Berger's verglichen.

[2]) Vergl. die Abbildungen in d. citirten Werken u. Schriften von Grenacher, Carrière und Viallanes.

Arbeit den Beweis vergebens. Ich glaube im Gegentheile an zahlreichen dieser Zellen zwei und mehrere Fortsätze beobachtet zu haben, von denen allerdings der zur absteigenden Nervenfaser werdende Ausläufer am schärfsten hervortritt.

Der distale Abschnitt, den ich als Retinaganglion bezeichne, besitzt die Form eines kurzen abgestumpften Kegels, dessen breite flachgewölbte Basis lateralwärts dem Augenpigmente zugewendet liegt und einen mehrreihigen Belag von kleinen Ganglienzellen enthält. Dieser letztere entspricht der von Berger als Körnerschicht bezeichneten Lage, auf welche proximalwärts die hohe von radiären Fasern durchsetzte molekuläre Markschicht folgt. Eine zweite innere Ganglienzellenschichte, wie sie Berger für den „ganglionären Theil der Retina" des Arthropodenauges beschreibt und auch in seiner Abbildung vom Artemiaauge andeutet, ist nicht vorhanden, wohl aber finden sich an der Grenze nach dem Augenganglion, zwischen den von diesem und der Markschicht einstrahlenden radiären Fasermassen, zahlreiche grosse Kerne zerstreut, welche den Charakter von Bindesubstanz-Elementen tragen, wie sie auch hier und an dem Neurilemm, ferner in der centralen Markmasse des Gehirnes (Taf. VI, Fig. 8 Bk) und besonders auch an der hinteren concav eingekrümmten Fläche des Augenganglions in grösserer Zahl auftreten. Dagegen sind die runden granulären Körner, welche die peripherische Lage des Retinaganglions bilden, Kerne von Ganglienzellen, mit spärlichem Protoplasmasaum, dessen Fortsätze hier und da deutlich nachweisbar sind und auf bipolare Ganglienzellen hinweisen, welche zwischen die Markfasern der sogenannten Molekulärschicht und dem in das Auge einstrahlenden Nervenbündel eingeschoben liegen. (Taf. VII, Fig. 5 Gz.) Peripherisch erscheint dieses flachgewölbte Lager von Ganglienzellen von einer bindegewebigen Hülle, als der Fortsetzung des Neurilemms von Gehirn und Augenganglion umgrenzt, welche von den zur Nervenbündelschicht zusammentretenden Faserzügen durchbrochen wird. Diese strahlen in den kuglig gewölbten Augenabschnitt ein und durchsetzen den centralen Theil der Pigmentmasse, deren Molekel in zierlichen Längsreihen dicht gehäuft in der Peripherie der Nervenfasern lagern.

Wenn wir die Gestaltung des im Augenstiele von Branchipus eingeschlossenen Ganglienapparates mit den gleichwerthigen Bildungen des Podophthalmen- und Insectenauges vergleichen, so finden wir in unserem Falle eine bedeutende Vereinfachung welche bei Ausschluss einer erst secundär eingetretenen Reduction uns

berechtigt, zur Beurtheilung und Deutung der Abschnitte des Nervenapparates von dem Phyllopodenauge auszugehen. In erster Linie bedeutungsvoll scheint nun der schon während der Stielbildung hervortretende Gegensatz zwischen distalem und proximalem Ganglion verwerthbar, von dem jenes einem Kugelabschnitt entspricht und eine flach gewölbte, dem Boden des Auges zugewendete Zellenbekleidung enthält, während dieses einen langgezogenen, zum Augengrunde winkelig gestellten Kegel darstellt und bis auf dessen eingekrümmte, bindegewebig begrenzte Hinterfläche, von einem dicken Zellenbelage überkleidet erscheint. Die Füllung beider Ganglien, ausgezeichnet durch die concentrische Streifung der radiären, beziehungsweise schräg longitudinalen Faserzüge, besteht theils aus Nervenmark, theils aus Bindesubstanz, deren grosse, in derbfibrösem Fasernetze gelegenen Kerne jede Verwechselung mit Nervenzellen ausschliessen. Beiderlei Elemente begleiten und durchsetzen einander, so dass es kaum möglich ist, überall die feinen, zu einem Netzwerk vereinigten zarten Fibrillen der Nervensubstanz von feinen Stützfasern der Bindesubstanz scharf zu unterscheiden.

Ausser der bindegewebigen Umhüllung, welche an einzelnen Stellen grosse Kerne enthält, finden sich von Kernen erfüllte Fasernetze der Bindesubstanz vornehmlich an der hinteren eingekrümmten Seite des kegelförmigen Augenganglions, sowie als Zwischenmasse beider Ganglien mächtig ausgebreitet, in welche dieselben die fibrillären Züge des Nervenmarkes stützend, in reichem Masse ausstrahlen (Taf.VI, Fig. 4, 6 Bk). Diese innige Verbindung und Durchwebung beiderlei Elemente wird aus der Entwicklung des Auges hinreichend verständlich, indem während der Ablösung der Nervenzellen von der gürtelförmigen Knospungszone an der freien hinteren Seite mesodermale Elemente eintreten, oder wenn man will, von den Producten des Ectoderms überwuchert werden. Dass sich während dieser Vorgänge die lateralen Zellenwucherungen, welche distalwärts die Elemente der Nervenbündelschicht abgeben, allmälig in Form einer quergestellten Schale ordnen, erklärt sich im Zusammenhange mit der bereits oben erörterten, durch Nachrücken neuer Elemente bedingten Vorschiebung der Nervenstäbe und Krystallkegelzellen von der Vorderwand auf die seitlichen und hinteren Theile der Augenwölbung.

Wenn nun auch die Zellen des distalen und proximalen Ganglions den Ursprung am medialen Abschnitt der hypodermalen Knospungszone gemeinsam haben und auch später eine grosse Uebereinstimmung in Form und Grösse zeigen, so folgt daraus

noch keineswegs die Nothwendigkeit, beiderlei Elemente ihrer Function nach übereinstimmend zu beurtheilen. Vielmehr glaube ich im Anschluss an die früheren in meiner Arbeit über Phronima und in Bestätigung der Ansichten Berger's ausgesprochenen Auffassung, die Vorstellung für begründet zu halten, nach welcher lediglich das dem Augengrunde zugewendete Ganglion zur Retina zu beziehen ist, während der kegelförmig gestreckte proximale Theil mit seiner Faserkreuzung, als secundärer Hirnabschnitt vom Werthe eines Projectionscentrums 2. Ordnung betrachtet werden muss. Dass ein derartiges Centrum bei Thieren mit so reich differenzirtem Sehorgan fehlen sollte, ist an sich unwahrscheinlich, aber kaum im anderen Theile des Gehirnes als in dem secundär mit der Entwicklung des Seitenauges hinzugekommenen Hirnabschnitt zu suchen. Allerdings werden wir auch die Vergrösserung des dorsalen Gehirnlappens, an welchem das Augenganglion entspringt, mit dem Auftreten des Seitenauges in Zusammenhang zu bringen haben, jedoch in den oberflächlichen Ganglienzellen dieses Gehirnabschnittes doch wohl die Function des Projectionscentrums erster Ordnung vermuthen dürfen. Wenn bei einem Vergleiche des zusammengesetzten Arthropodenauges mit dem Vertebratenauge schon längst und zumal nach den Untersuchungen Grenacher's kein Zweifel bestehen konnte, dass die sogenannten Nervenstäbe oder Retinulae den Stäbchen und Zapfenzellen der Vertebraten-Retina entsprechen, so wird man die übrigen Schichten derselben auf die Nervenbündelschicht und die Theile des distalen Augenganglions oder Retinaganglions zu beschränken haben. Das proximale Ganglion oder Augenganglion s. str., welches bei den höheren Krebsen und Insecten in zwei oder drei einander ähnliche Abschnitte zerfällt und in seinen Marklagern zwei oder mehr Faserkreuzungen enthält, von Berger treffend als Hirnantheil des Augenganglions unterschieden, würde den Ganglien im Zwischen- und Mittelhirn der Vertebraten zu vergleichen sein, welche als Projectionscentren zweiter Ordnung zum Sehnerven gehören.

Die Complicationen, welche im Auge der Malakostraken und Insecten hervortreten, beziehen sich in erster Linie auf die reichere Differenzirung des Augenganglions und scheinen aus dem Bedürfniss, den Rindenbelag der Ganglienzellen zu verstärken, abgeleitet werden zu können. Derselbe wird nicht nur beträchtlich dicker, sondern wuchert an einzelnen Stellen in die Tiefe und schiebt sich insbesondere an der Grenze des Retinaganglions keilförmig zwischen die Marksubstanz vor.

Somit erklärt sich als erste Complication das Auftreten des von Berger als keilförmiges Ganglion unterschiedenen Abschnittes, sowie der Einschnürung der Marksubstanz an der Basis desselben, innerhalb welcher sich die neue Faserkreuzung entwickelt.[1]) (Vergl. die auf Aeschna, Apis, Musca bezüglichen Abbildungen). An dieser Stelle bemerken wir auch keilförmige Einwucherungen des Rindenbelages, so dass das Ganglion in zwei Abschnitte zerfällt, in einen dem Gehirn verbundenen inneren Theil (Hickson's Opticon) und einen äusseren Abschnitt mit dem Keilganglion (Hickson's Epiopticon). Im Auge der Podophthalmen[2]) (Mysis, Astacus, Squilla) wiederholt sich nun die Einschnürung am inneren Ganglion und ebenso die mit derselben verbundene Faserkreuzung, so dass hier das Ganglion opticum drei Abtheilungen bildet, die schon von Grenacher unterschieden wurden. Den beim ersten Blick so überraschenden Faserkreuzungen dürfte nur ein secundärer Werth beizulegen sein, insoferne dieselben offenbar von den Wachsthumsvorgängen der gangliösen Rinde mit ihren mehr oder minder keilförmigen Einwucherungen in Abhängigkeit stehen.

Die Complicationen des Retinaganglions, das wir keineswegs als einen den vorausgehenden Anschwellungen des Augenganglions gleichwerthigen Abschnitt, sondern jenen gegenüber speciell als den

[1]) Viallanes l. c. Im Wesentlichen hat dieser Autor die Ergebnisse der Berger'schen Arbeit, welche gerade mit Bezug auf den Bau des Augenganglions mit seinen Faserkreuzungen und Marklagern als Grundlagen zu betrachten ist, bestätigt. Um so mehr muss es befremden, wenn Carrière in seinem jüngst publicirten Berichte „Einiges über die Sehapparate von Arthropoden" (Biologisches Centralblatt, Nr. 19, Tom. 5, 1885) über Berger's Darstellung „als die Retinaganglien nur wenig oder gar nicht berücksichtigend" hinwegschreitet, um schliesslich doch die von Berger zuerst unterschiedenen Hauptabschnitte nur mit anderen, nach unserer Auffassung freilich wenig glücklichen, Namen zu adoptiren. Das äussere Ganglion opticum dieses Autors entspricht dem ganglionären Theil der Retina oder schlechthin dem Retinaganglion. Viallanes taufte dasselbe in „lame ganglionaire", Hickson in „Periopticum" um. Für Berger's keilförmiges Ganglion nebst Rindenbelag des äusseren Marklagers wird die Bezeichnung „mittleres oder keilförmiges (kegelförmiges) Ganglion opticum", vom französischen Autor „ganglion en coin" nebst „couronne ganglionaire" und „masse médullaire externe", von dem englischen Autor „Epiopticon" verwendet, während das innere Marklager nebst Rindenbelag als „inneres Ganglion opticum", „masse ganglionaire annexée" und „masse medullaire interne" und vom englischen Autor „opticon" bezeichnet wird". Die Nervenbündelschicht wird von Viallanes als couche des fibres postrétiniennes! bezeichnet. Hickson zieht die Körnerschicht der Retina mit dem Nervenbündel als „terminal anastomosis" zusammen!

[2]) E. Berger, Untersuchungen über den Bau des Gehirns und der Retina der Arthropoden. Arbeiten aus dem zool. Institute d. Universität Wien. Tom. I. 1878.

ganglionären Theil der Retina zu deuten haben, beruhen theils auf der Vermehrung der äusseren Lagen von Nervenzellen, theils auf der Durchflechtung der hohen reticulären Markschicht mit feinen Blutgefässen (Podophthalmen) und Tracheenzweigen (Insecten), welche in gleicher Weise auch die Marklager der verschiedenen Abtheilungen des Augenganglions durchsetzen. Wenn Berger an diesem seinen ganglionären Theile der Retina, aus welchem nach den Sehstäben zu die Nervenbündel entspringen, eine äussere (distale) Körnerschicht, eine mittlere Molekularschichte und eine innere (proximale) Ganglienschicht unterschied, so ist zu bemerken, dass die erste derselben in Wahrheit einer mehrfach geschichteten Lage von Ganglienzellen entspricht, in denen die rundlichen Kerne prädominiren und nur von einer dünnen Protoplasmalage des Zellenleibes überkleidet werden, aus welcher Fortsätze nach beiden Seiten austreten. Dies trifft wenigstens für Branchipus und Phronima zu, für welche Gattung ich die bipolare Natur der betreffenden Nervenzellen bereits früher beschrieben habe, dürfte aber auch für die Augen der höheren Arthropoden allgemeine Geltung haben. Uebrigens hat auch Viallanes[1]) gegen die Deutung der Berger'schen Körnerschicht Einsprache erhoben und für die Retina des Libellenauges die Bemerkung gemacht, dass die Elemente derselben Ganglienzellen, u. zw. ebenso wie die seiner couronne ganglionaire etc. des Augenganglions, unipolare Zellen seien, eine Angabe, welche ich sowohl nach dem Befunde an Branchipus und Phronima, als aus theoretischen Gründen nicht für richtig halten kann. Es scheint mir aber auch nach den früher publicirten Befunden bei Phronima und auf Grund des Vergleiches von Augenschnitten der Biene, Libelle und eines Acridium bestärkt, die Unterscheidung einer besonderen inneren Ganglienzellenschicht nicht gerechtfertigt, da die bezüglichen Elemente an der proximalen Grenze der Marksubstanz, welche allerdings z. B. bei Libellula reihenweise geordnet auftreten, von denen der sogenannten Körnerschichte nicht wesentlich differiren.

Die von Berger und mir vertretene Auffassung, welche durch das Verhalten von Branchipus und hiermit übereinstimmend bei den anderen Phyllopoden (Apus) und Clado-

[1]) H. Viallanes, Etudes histologiques et organologiques sur les centres nerveux et les organes des sens des animaux articulés. I. Le ganglion optique de la langouste, II. le ganglion optique de la Libellule. Annales des sciences natur. Ser. VI, Tom. XVIII. 1885.

ceren (Daphnia, Leptodora) bekräftigt wird, trennt das Ganglion opticum s. str. als wesentlichen Theil des secundären Gehirnes von der Retina und glaubt in demselben ein zwischen den empfindenden Centren und der Retina entwickeltes internodiales Glied zu erkennen, welches als Projectionscentrum zweiter Ordnung physiologisch den Ganglienkernen des Zwischen- und Mittelhirnes der Vertebraten zu vergleichen sei.

In den neueren Arbeiten der anderen Autoren, welche den gesammten Apparat des Ganglion opticum noch zur Retina ziehen, ist weder an die Wahrscheinlichkeit, beziehungsweise Nothwendigkeit, des Vorhandenseins eines solchen Centrums überhaupt gedacht, noch auch der Structur des Gehirns und der eventuellen Lage des Centrums der Sehempfindung irgendwie Rechnung getragen. Hickson macht zur Begründung seiner Deutung geltend, dass bei den Arthropoden wegen der Grösse der Sehstäbe und geringen Specification des Bildes, ein um so feiner ausgearbeiteter Leitungsapparat nothwendig sei, und dass ein solcher in dem mächtigen, reich gegliederten Augenganglion, als einer vollständiger — im Vergleiche zum Wirbelthierauge — entwickelten Retina vorliege, und Carrière hält die Annahme einer solchen Compensation für glücklich und wenig anfechtbar. Wollten wir aber auch die Nothwendigkeit der Schlussfolgerung, die mir eine ganz willkürliche zu sein scheint, zugeben, so würde bei einer so massig und hoch entwickelten Retina um so mehr das Bedürfniss hervortreten, ein internodiales Gangliencentrum nachzuweisen. Wo dasselbe aber sonst suchen, da die medialen Partien des Gehirnes im Vergleich zu dem mächtigen Augenganglion relativ wenig zugenommen haben und wohl nur die dorsalen Lappen, aus welchen das Sehganglion entspringt, als mit der Entwicklung des Sehorgans vergrössert, zum secundären Gehirn zu beziehen sind? In dem Ganglienbelage dieser nur schwach entwickelten Theile dürften wir jedoch kaum mehr als die zum Projectionscentrum erster Ordnung gehörigen Ganglien vertreten finden.

Selbstverständlich kann die Sehnerven-ähnliche Verbindung zwischen Augenganglion und Dorsallappen, wie sie sich bei Branchipus und den Podophthalmen darstellt, zur Begründung jener Deutung gar nicht in Betracht kommen, da die Verschmälerung und Verlängerung dieses Abschnittes, den man immerhin als Sehnerven bezeichnen mag, mit der Bildung der Stielaugen als der beweglich abgesetzten Seitentheile des Kopfes im Zusammenhange steht. Unter solchen Verhältnissen werden die seitlichen secundären Gehirnab-

schnitte rechts und links mit in den Augenstiel aufgenommen. Bei den Edriophthalmen, wie Phronima[1]), Gammarus, Asellus, bei denen es nicht zur Bildung von Augenstielen kommt, sitzen die Augenganglien den centralen Gehirnlappen in ganzer Breite auf und machen den Eindruck seitlicher Gehirnganglien, während die zum Retinaganglion verlaufenden Nervenfasern einen mehr oder minder langgezogenen Sehnerven darstellen. In der That sind diese Bahnen dem Opticus der Vertebraten an die Seite zu stellen. Dass dieselben sich kreuzende Fasern enthalten, ist ein für diese Frage durchaus untergeordneter Umstand, der nicht etwa als Gegengrund ihrer Deutung als Opticus geltend gemacht werden kann.

Eine auffallende Erscheinung im Auge von Branchipus ist der Mangel von Pigmentzellen zwischen den Nervenstäben und Krystallkegeln.

So sehr ich auch bemüht war, für die tieferen, hinter den

[1]) Vergl. C. Claus, Phronima-Arbeit, pag. 67, Fig. 64 G Z. Auffallenderweise sind meine auf das Nervensystem bezüglichen Angaben dieser Untersuchung fast allen späteren Autoren unbekannt geblieben oder doch nicht berücksichtigt worden. Der Bau des Auges ist weder von Viallanes noch von Hickson zur Vergleichung herangezogen. Ebenso wenig nimmt Packard in seiner Arbeit über die Gehirnstructur der Edriophthalmen auf die von mir gegebene eingehende Darstellung des Phronimagehirns Rücksicht, deren Kenntnissnahme der Behandlung Packard's doch vielleicht eine andere Form gegeben haben würde. Ein anderer Autor, welcher über die Structur der Bauchganglien von Oryctes nasicornis geschrieben hat (Zeitschr. für wiss. Zool. Tom. XXXIV, 1880) kommt, ohne meiner Abhandlung von Phronima auch nur Erwähnung zu thun, so ziemlich zu gleichen Ergebnissen, sowohl bezüglich der Lagenverhältnisse der Ganglienzellen und des Faserverlaufs, als insbesondere der Bedeutung der sogenannten Punktsubstanz und des theilweise gekreuzten Ursprungs der die Seitennerven bildenden Faserzüge. In dem Capitel über das Nervensystem sprach ich bereits aus. „Jedenfalls repräsentirt das Netzwerk der Punktsubstanz nicht die Centren, aus welchen die peripherischen Nerven hervorgehen, sondern könnte nur das Communicationssystem der centralen Heerde der Nervenerregung sein, deren Nervenfortsätze als Wurzeln in die peripherischen Nervenbahnen übergehen. Wahrscheinlich aber handelt es sich in der Punktsubstanz zum grösseren Theile um eine bindegewebige, der Neuroglie der Vertebraten vergleichbare Substanz, zu der die kleinen ovalen Kerne im Inneren der Marklager gehören". „Der bei weitem grössere Theil der Faserzüge, welche in den Seitennerven eintreten, wurzelt in den Elementen des Ganglions selbst, nicht in der moleculären oder reticulären Punktsubstanz, sondern in den Nervenfortsätzen der Ganglienzellen, welche keineswegs wie gestielte Kugeln der Punktsubstanz aufsitzen, sondern ihre Nervenfortsätze als ein doppeltes System sich kreuzender Querfasern nach der entgegengesetzten Hälfte des Doppelganglions in die Seitennerven entsenden etc." Diese, wie die detaillirten Ausführungen des Faserverlaufs in der Ganglienkette von Phronima scheinen den späteren Beobachtern völlig entgangen zu sein.

Nervenstäben befindlichen Pigmentanhäufungen besondere Zellen nachzuweisen, ist mir Solches nicht geglückt. Die vereinzelt in den Zwischenräumen der Nervenbündel vorhandenen, ebenso wie die zwischen den Krystallkegeln angehäuften Zellen ergaben sich als verschieden gestaltete (durch den kleinen Kern und die von denselben weit abstehende Hülle kenntlichen) Blutkörper, wie sie auch in den grossen Bluträumen des Auges und in anderen weiten Lacunen der Leibeshöhle dicht angehäuft liegen. Ich muss daher annehmen, dass in unserem Falle die Pigmentmoleküle der Nervenbündelschicht in der Peripherie der Nervenfasern selbst erzeugt werden, zumal sich dieselben an manchen Stellen durch die sogenannte Körnerschicht bis in die Marksubstanz des Retinaganglions verfolgen lassen, und dass auch die peripherische, den Nervenstäben zugehörige Pigmentmasse nicht von separaten Zellen, sondern im Protoplasma der Stabzellen selbst als Molekularsubstanz ausgeschieden wird. In dem Seitenauge von Branchipus, und dementsprechend wahrscheinlich in der ursprünglichen Form des Facettenauges der Crustaceen überhaupt, hat somit die Pigmentablagerung nicht in besonderen Zellen, vielmehr in den tiefern, zu Theilen des empfindenden Apparates verwendeten Hypodermiszellen der Augenanlage stattgefunden.

Aus dem Ganglion der Retina verlaufen die Nervenfasern der sogenannten Nervenbündelschicht in fast parallelen, nach der Peripherie etwas divergirenden Strängen zusammengedrängt, zu den Zellen der Retinulae, in deren centrales Ende sie eintreten, nachdem sie zuvor die als hellen Grenzsaum innerhalb beider Pigmentlagen erkennbare Basalmembran durchsetzt haben (Taf. VII, Fig. 13). Die Spalten zwischen den Strängen von Nervenfasern entsprechen Blutlacunen, wie aus den Blutkörperchen, welche in diesen Spalträumen zerstreut liegen, unzweifelhaft hervorgeht. Die nun folgende Schicht der Nervenstäbe, welche den äussern Kugelmantel der Pigmentmasse erfüllt, mag im Auge der ausgewachsenen Form aus etwa 1200, sogenannten Stäben, Retinulae zusammengesetzt sein, über welchen eine gleiche Zahl von Krystallkegeln den hellern peripherischen Theil der Augenkugel ausfüllt. Wie bei Apus und den Cladoceren bestehen die Nervenstäbe, deren Höhe nach dem Rande hin abnimmt, je aus 5 Zellen und einem centralen röhrenförmigen Rhabdom, welches sich auf dem Querschnitt nicht regelmässig pentagonal, sondern mehr rundlich vierseitig darstellt, entsprechend dem in das verdickte Vorderende jeder Retinula eingefügten Endabschnitte des viertheiligen lichtbrechenden Kegels. In der Umgebung des Rhabdoms

finden sich in den fünf Zellen Pigmentkörnchen abgelagert, so dass der Achsentheil der Retinula in ganzer Länge schwarz pigmentirt erscheint; in dem verdickten Vorderabschnitte der Zellengruppe, welcher die fünf Kerne umschliesst, wird jedoch die Imprägnation des Zelleninhalts von Pigmentmolekülen eine so vollständige, dass die vordere Zone der Retinulaschicht eine continuirliche Pigmentlage zu bilden scheint. Nur die äussersten Endstücke der fünf Retinulazellen bleiben von Pigmentablagerungen frei und ragen als abgerundete Kolben in die Zone der lichtbrechenden Krystallzellen, deren Enden sie umgreifen, hinein. (Taf. VII, Fig. 7). Von diesen letzteren ist bereits durch frühere Autoren bekannt, dass sich je vier Zellen zu einem langgestreckten lichtbrechenden Kegel vereinigen, in dessen Centrum ein viertheiliger fester Krystallkörper ausgeschieden wird, welcher von relativ geringem Umfang kaum die vordere oder distale Hälfte der Zellengruppe einnimmt, während die hintere Region lang ausgezogen und stark verjüngt, die minder consistente flüssige Beschaffenheit des Zellinhaltes wie am vorderen Abschnitt in der Umgebung des Krystallkörpers bewahrt. Während die vorderen Segmente mit den einlagernden Krystallkegeln dicht aneinander gedrängt liegen, bleiben die stabförmig ausgezogenen verschmälerten proximalen Stücke durch Spalträume getrennt, in welchen nach den in denselben oft dicht gehäuften Blutzellen zu schliessen, eine lebhafte Blutströmung stattzufinden scheint.

Die integumentale Bekleidung des Auges zeigt keine den Krystallkegeln und Retinulae entsprechenden Corneafacetten, sondern ist wie bei allen Phyllopoden eine glatte durchsichtige Chitinhaut, welche gleichmässig die Schichte der Krystallkegelzellen überzieht. Das Bild sechsseitiger Felder, welches man an tangentialen Flächenschnitten dicht unter der Cornea beobachtet, wird durch die membranöse Wand der lichtbrechenden Krystalkegelzellen, im Umkreis der kleineren viertheiligen Krystallkegel veranlasst und steht, entgegen der unrichtigen von Spangenberg gegebenen Darstellung, zu den kreuzförmigen Grenzen der Krystallkegelsegmente in keiner Beziehung. Vielmehr erklärt sich die sechsseitige Form dieser Conturen in gleicher Weise, wie die so häufig sechsseitige Form der Corneafacetten oder, um einen treffenden Vergleich zu gebrauchen, der Zellenwände an der Wachswabe im Bienenstock, durch den gleichmässig ausgeübten gegenseitigen Druck der in der Peripherie der Augenkugel eng zusammengedrängten Elemente, welche in gewissem Abstande getrennt, das thatsächlich für den Querschnitt der tieferen Zone charakteristische Bild regel-

mässig gestellter, vierblättriger Rosetten liefern würden. (Taf. VII, Fig. 8c.)

Von besonderem Interesse schien mir die Feststellung der bisher im Branchipusauge unbekannt gebliebenen Lage der Semper'schen Kerne, vornehmlich mit Bezug auf die Frage einer eventuell neben denselben bestehenden oberflächlichen Lage von Hypodermiszellen. Indessen ist die Entscheidung dieser Frage keineswegs so einfach und leicht, wie z. B. bei Phronima.

Am ausgebildeten Thiere sucht man im Umkreis der viertheiligen Krystallkegel innerhalb der zugehörigen flüssigeren Zellsubstanz vergebens nach den vier Semper'schen Kernen, beobachtet dagegen an den Ecken der sechsseitigen subcuticularen Felder kleine Kerne, welche man als zu jenen Zellen gehörig deuten könnte. Indessen spricht von vornherein die sehr geringe Grösse dagegen, wie auch die ganz oberflächliche und interstitielle Lage zwischen den Grenzmembranen der vierzähligen Gruppen von Krystallkegelzellen auf ihre Zugehörigkeit zu oberflächlichen Hypodermiszellen hinweist. An tingirten Längsschnitten des Larvenauges treten diese oberflächlichen, der Cuticula tangential anliegenden Kerne sogleich hervor und bestärken die am ausgewachsenen Thieren gewonnene Auffassung. In der Tiefe folgen grössere Kerne theils unmittelbar oberhalb des Pigmentes — und diese gehören offenbar zu den Retinulaezellen — theils in der Peripherie der ausgeschiedenen Krystallkegel. Die letzteren Kerne sind aber grossentheils minder scharf markirt und gut erhalten, so dass man wiederum zweifelhaft wird, ob es sich um wirkliche Kerne handelt. (Taf. VII, Fig. 10.)

Um die an Branchipus schwer zu entscheidende Frage zu beantworten, ob bei den Phyllopoden eine besondere Lage von Hypodermiszellen oberhalb der Krystallkegelzellen vorhanden ist oder nicht, habe ich das Auge von Apus, in welchem die Krystallkegel viel vollständiger als bei jener Gattung ausgeschieden werden, zur Vergleichung herangezogen (Taf. VII, Fig. 11 und 12). Bei dieser Form gelingt es an jungen, in der Entwicklung begriffenen Augen leicht, an jeder Gruppe von Krystallkegelzellen die vier zugehörigen Kerne aufzufinden und oberhalb derselben das Vorhandensein einer besonderen Lage von Hypodermiszellen nachzuweisen. Besonders günstig erscheint zu diesem Nachweis die mediale Seite des Auges, an welcher die der Knospungszone entsprechende Zellenwucherung der Hypodermis stattfindet, und aus derselben die Zellenelemente zur Bildung neuer Krystallkegel und Nervenstäbe austreten. Die

zu vier vereinigten Krystallkegelzellen enthalten im Protoplasma der oberen distalen Hälfte die vier Kerne, während die untere den ausgeschiedenen glänzenden Kegel erfüllt. An den zunächst liegenden, etwas vergrösserten Krystallkegeln hebt sich das intensiver gefärbte, die vier Kerne enthaltende Protoplasma in Form einer hohen Kaputze ab, während dasselbe an den ältesten, am weitesten entfernten Elementen mit seinen vier Kernen als dünnere Plasmaschicht aufliegt. Oberhalb der Krystallkegelzellen findet sich eine besondere Lage von kernhaltigen Hypodermiszellen, welche, das Auge umkleidend, die untere Wand der sackförmigen Integument-Einstülpung [1]) bildet. Dieser ebenso leicht als bestimmt zu constatirende Befund stellt somit die Beantwortung unserer Frage im bejahenden Sinne ausser Zweifel und ist auch für die Deutung des Branchipus-Auges entscheidend. Dass bei dieser letzteren Form die Kerne der Krystallzellen weniger scharf markirt sind und frühzeitig zu Grunde gehen, mag mit dem schon von Grenacher bemerkten Gegensatz im Zusammenhang stehen, welcher für Branchipus und Apus in der Ausbildung der Krystallkegel besteht. Im ersteren Falle sind die Ausscheidungsproducte an Umfang und Grösse der flüssigen (in geronnenem Zustand grob granulirten) Zellsubstanz gegenüber ausserordentlich reducirt und auf dem vorderen Abschnitt der langgestreckten Zellen beschränkt, während sie bei Apus den Raum ihrer vier Bildungszellen völlig erfüllen und nur von einem dünnen membranösen Plasmarest mit den vier flachen Kernen an der Vorderseite umhüllt sind. Auch ragen dieselben mit ihrem zugespitzten Proximalstücke weit in die pigmentirte Stabschicht hinein, deren Kerne wiederum im Gegensatz zu Branchipus nicht in den vorderen, sondern hinteren (proximalen) Abschnitten der Retinulazellen liegen. (Taf. VII, Fig. 13.)

Nach diesem Nachweis dürfte der Mangel einer besonderen Lage von Hypodermiszellen und die Ausscheidung der cuticularen Bekleidung durch die Krystallkegelzellen, wie er für das Facettenauge der Arthropoden charakteristisch ist, keineswegs den ursprünglichen Zustand bezeichnen, sondern wohl im Zusammenhang mit der Ausbildung der Corneafacetten als den oberflächlichen Ausscheidungen der über den Retinulae regelmässig gruppirten Krystallzellen einem secundären, später entstandenen Verhältniss entsprechen.

[1]) Vergl. über diese Integument-Einstülpung: C. Grobben: (14) Die Entwicklungsgeschichte der Moina etc., pag. 54, Taf. VII, Fig. 65–70.

Als ich zuerst für Phronima und die Hyperiden die in Grenacher's Monographie unbeachtet gebliebene Thatsache constatirte, dass hier nicht die Krystallkegelzellen, sondern eine dünne, über denselben zurückgebliebene Hypodermisschicht die Ausscheidung der Cuticula besorgt, war ich zu der Ansicht geneigt, das Vorhandensein einer solchen Zellenschicht für das zusammengesetzte Auge sämmtlicher Arthropoden, welche im ausgebildeten Zustande das Integument abstreifen und durch erneuerte Cuticularbildungen ersetzen, für wahrscheinlich zu halten. Indessen habe ich mich vergebens bemüht, unter den Facetten des Schizopoden-, Decapoden- und Stomatopodenauges andere Kerne als die bekannten Semper'schen Kerne, welche zu den Krystallzellen gehören, aufzufinden. Dagegen hat sich diese Hypodermislage bei solchen Malakostraken nachweisen lassen, für welche ein zusammengesetztes Seitenauge mit glatter Hornhaut ohne Corneafacetten charakteristisch ist, wie bei den Laemodipoden (Caprella) und Amphipoden.

Es liegt somit die Vorstellung nahe, in dem Vorhandensein einer gleichmässigen Lage von Hypodermiszellen, oberhalb der zu kegelförmigen Gruppen angeordneten Krystallzellen, ein für das Auftreten entsprechender Corneaverdickungen hinderliches Moment zu erkennen und somit erst nach dem Schwunde jener Zellenschicht durch die gleichzeitig nach aussen hin thätige Secretion der Krystallkegelzellen die höchste Entwicklungsstufe des Seitenauges als Facettenauge bedingt zu erachten. Freilich scheint dieser Anschauung das für das Asselauge nachgewiesene Verhältniss[1]) zu widersprechen, insoferne hier nach aussen von den Semper'schen Kernen zwei halbkreisförmige Hypodermiszellen an der Cornealinse beschrieben worden sind. Indessen dürfte das Asselauge zur Widerlegung nicht entscheidend sein, nicht nur deshalb, weil die einzelnen Linsen in so weitem Abstand entfernt liegen, dass man

[1]) Vergl. H. Grenacher, Untersuchungen über das Sehorgan der Arthropoden etc. Göttingen 1879, l. c. pag. 107, Taf. IX, Fig. 96, 97.

Das Auge von Branchipus ist zwar schon mehrfach eingehender untersucht, indessen auch von den neueren Autoren theils unzureichend behandelt, theils missverstanden worden. So hat Spangenberg an die ältere Darstellung Burmeister's (Bau der Augen von Branchipus paludosus, Müller's Archiv 1835) anknüpfend, eine sechsseitige Felderung beschrieben, deren Felder je durch vier benachbarte runde Fensterchen in vier Abtheilungen getheilt werden und „wahrscheinlich den ursprünglichen Zellen der gefensterten Hülle entsprechen" sollten. Der Nervenstab wurde als viertheilig und von einer Pigmentscheide umhüllt beschrieben, in deren Vorderende vier eiförmige Kerne (offenbar vier von den fünf Kernen der Nervenzellen) enthalten seien.

dieses Auge wie das der Myriopoden als eine Gruppe von Einzelaugen (sogenanntes gehäuftes Punktauge) betrachten kann, sondern vornehmlich mit Rücksicht auf die zwischenliegenden pigmentirten Hypodermiszellen, von denen die zwei erwähnten hellen Zellen getrennt, an der Grenze der Cornealinse liegen und für die Abscheidung derselben wohl kaum ausschliesslich in Frage kommen.

Wäre dies aber der Fall, so hätten wir ein Beispiel für eine ungleichmässige Anordnung der oberhalb der Krystallkegelzellen erhaltenen Hypodermislage, in welcher je zwei jenen aufliegende Zellen die Ausscheidung einer biconvexen linsenförmigen Verdickung der Cuticula bewirken.

Bezüglich der Muskulatur, durch welche das Stielauge in verschiedenen Richtungen bewegt wird, habe ich bereits früher einen an der hinteren Seite des Stiels verlaufenden Transversalmuskel von zwei schräg zur Achse des Auges gestellten Muskeln unterschieden. Der erstere (Taf. VII, Fig. 2, 3, 4 M. t.) strahlt, vornehmlich an der Ventralseite ausgebreitet, bis zum Rande der Sehfläche aus und zieht das Auge dorsalwärts hebend nach hinten. Was mir unbekannt geblieben war und erst auf Querschnitten nachgewiesen wurde, ist die mediane Verbindung des Quermuskels beider Augen durch einen gemeinsamen an der Dorsalseite des Gehirns verlaufenden Muskelbauch, ähnlich wie ein solcher unterhalb des Schlundes auch für die hinteren Quermuskeln der Mandibeln besteht. Durch diese Einrichtung scheint die homochrone Bewegung beider Augen in gleicher Richtung zu erfolgen. Die zweite Muskelgruppe liegt an der Dorsalseite und besteht aus zwei kürzeren, schräg verlaufenden Muskeln (Taf. VII, Fig. 3 M' und M''), welche sich unter rechten Winkeln kreuzen und eine schwache Drehung des Augenstiels nach entgegengesetzten Richtungen unter gleichzeitiger Hebung vermitteln dürften.

8. Das unpaare Stirnauge.

Dasselbe verdient als hoch differenzirtes Entomostraken-Auge, dessen Structur verhältnissmässig leicht festzustellen ist, um so mehr eine nochmalige Berücksichtigung, als dasselbe, von meiner früheren unvollständig gebliebenen Darstellung abgesehen, in den nachfolgenden Bearbeitungen der Sehorgane und selbst in der Monographie Grenacher's über das Arthropodenauge ganz unbeachtet blieb. Dem letzteren Autor scheint sogar entgangen zu sein, dass ich in diesem Auge schon im Jahre 1872

drei dem Pigmentkörper angefügte Gruppen von Nervenzellen [1]) beschrieben und somit bereits für das Stirnauge von Branchipus nachgewiesen hatte, dass sich dasselbe keineswegs so einfach verhalte und, wie man dies bisher für das Entomostrakenauge geglaubt hatte, lediglich einen x-förmigen Pigmentfleck mit lichtbrechenden Kugeln repräsentire.

Von Leydig [2]) war dasselbe freilich trotz seiner relativen Grösse einfacher beurtheilt worden. Leydig glaubte in demselben nicht einmal ein verkümmertes Auge, sondern lediglich einen Pigmentfleck ohne weitere Bedeutung zu erkennen.

Auch die Dreitheiligkeit des Entomostrakenauges war bereits vor Grenacher für zahlreiche Copepoden wie Tisbe, Cyclops, Diaptomus, Lamproglene etc., sowie für Argulus und das unpaare Daphnidenauge beschrieben und in dem letzteren waren sowohl von Leydig [3]) als von mir [4]) dem Pigmente eingelagerte Nervenzellen dargestellt worden.

Bei Branchipus scheint das ungewöhnlich grosse Stirnauge nur aus zwei median zusammenstossenden Pigmentbechern, welche etwas dorsalwärts nach den Seiten zu gewendet sind, gebildet zu sein. Ventralwärts sind dieselben zu einer fast vierseitigen Pigmentmasse verbreitert, die sich vorne an der Stirnseite aushöhlt, um den dritten Augenabschnitt aufzunehmen, dessen Vorhandensein schon die Dreizahl der Augennerven andeutet. In dieser vorderen, an der Schnittfläche gablig auseinander weichenden Pigmentpartie liegen zwei grosse Kernblasen eingebettet, welche den wenigen, aber grossen Pigment bildenden Zellen zugehören dürften. (Taf. VI, Fig. 10.)

Die Füllungsmasse des vorderen Augenabschnittes besteht aus den bereits in meiner früheren Arbeit erwähnten Nervenzellen, welche an geeigneten, in der Rückenlage zur Untersuchung gelangenden Thiere, ihrer ganzen Ausbreitung nach sichtbar werden. Taf. VI, Fig. 11.) Der zu diesem Abschnitte hinzutretende Nerv

[1]) C. Claus, Zur Kenntniss d. Baues u. d. Entwicklung von Branchipus etc. l. c. Taf. IV, Fig. 11′, 13′ etc., pag. 22.

[2]) Fr. Leydig, Ueber Artemia salina und Branchipus stagnalis. Beitrag zur anatomischen Kenntniss dieser Thiere. Zeitschr. f. wiss. Zool. Tom. III, 1851, pag. 296.

[3]) Fr. Leydig, Naturgeschichte der Daphniden. 1860, pag. 40. Taf. I, Fig. 6, Taf. II, Fig. 14.

[4]) C. Claus, Ueber die Entwicklung, Organisation und system. Stellung der Arguliden. Zeitschr. f. wiss. Zool. Tom. XXV, 1875, pag. 40.

Derselbe, Zur Kenntniss der Organisation und des feineren Baues der Daphniden. Ebenda. Tom. XXVII, 1876, pag. 373.

entspricht dem medianen am Vorderhirn entspringenden Stämmchen (N). Aus den seitlichen Pigmentbechern ragt rechts und links ein heller, nach hinten zapfenförmig vorspringender lichtbrechender Körper hervor, welcher sich bei näherer Untersuchung in gleicher Weise als eine in mehreren Lagen übereinander geordnete Anhäufung langgestreckter kegelförmiger Nervenzellen erweist. In die Zellen treten die Fasern der beiden seitlichen mehr dorsalwärts entspringenden Augennerven (N'), und zwar von der Pigmentseite aus, ein, während es für den vorderen ventralen Augenabschnitt den Anschein hat, dass die Nervenfasern ähnlich wie am Argulusauge von aussen her einstrahlen.

Peripherisch ist das Auge und insbesonders deutlich der sogenannte lichtbrechende oder Retinalabschnitt des Auges von einer zarten structurlosen Membran umlagert, welche wie am Auge von Calanella von wenigen mesodermalen Zellen erzeugt sein dürfte, deren spindelförmig gestreckte Kerne rechts und links an der Hülle hervortreten (Taf. VI, Fig. 12). Dieselbe setzt sich am hinteren Ende jedes lichtbrechenden Zapfens in einen Faserzug fort, der, wie ich nunmehr berichten kann, einen Muskel enthält, und an dem Endoskelet, sowie an dem vorderen Ende des entsprechenden Lebersäckchens anhaftet. Immerhin weist diese Umhüllung des vom Ektoderm abgehobenen Entomostraken-Auges dem Stemma des Insectenauges gegenüber auf ein relativ vorgeschrittenes Verhältniss der Trennung von der oberflächlichen Ektodermlage hin, welche unterhalb der Chitinbekleidung über dem dicht anliegenden Auge persistirt. Freilich ist damit noch keineswegs die höhere physiologische Stellung des Entomostraken-Auges dem unicornealen Auge gegenüber dargethan. Im Gegentheil scheint die Function des ersteren einer einfacheren Form der Empfindung zu entsprechen. Wenn schon der Mangel eines lichtbrechenden Apparates die Perceptionsfähigkeit von Bildern auszuschliessen scheint und darauf hinweist, dass für das Stirnauge lediglich diffuse Lichtempfindung in Frage kommt, so bleibt bei der geringen Differenzirung der dem Pigmente eingelagerten Nervenzellen, denen cuticulare Stäbchen abgehen, sogar die Möglichkeit bestehen, dass sich die Function desselben auf eine Empfänglichkeit für die Wärmestrahlen des Lichtes beschränkt.

9. Ernährungs- und Ausscheidungsorgane.

Die Morphologie der oralen, den Mund umstellenden Gliedmassenpaare dürfte aus den seitherigen Arbeiten so ausreichend

bekannt sein, dass nur Weniges nachzutragen übrig bleibt. Die Mandibeln, nach Verlust des Tasters auf ein mächtiges Grundglied reducirt, lassen den ventralen Ladenfortsatz desselben in der Vorhöhle des Mundes unterhalb der Oberlippe in beständiger Klappbewegung arbeiten. Und zwar besteht der Effect dieser Arbeit in der Zerreibung der mittelst der Beinpaare durch die Bauchrinne nach dem Vorhof gestrudelten Nahrungskörper. Demgemäss sind die einander zugekehrten Kauflächen der Laden mit dichtgestellten Reihen ganz kurzer Spitzen nach Art einer Reibe oder kurzhaarigen straffen Bürste bewaffnet und wirken in Folge ihrer gemeinsamen transversalen Muskelverbindung gleichzeitig. Aehnlich verhalten sich die Mandibeln anderer Schlamm bewohnender Branchiopoden und zahlreicher Cladoceren mit Ausnahme einiger bezahnter Formen wie der pelagisch vom Raube lebenden Polyphemiden, deren Kieferlade in einen spitzen Haken ausgezogen erscheint. Uebrigens findet sich auch am medialen Rande der Mandibel von Branchipus ein zahnartiger Vorsprung, welcher an den charakteristischen Fortsatz des Malakostrakenkiefers erinnert.

Ein Mandibeltaster fehlt bekanntlich im ausgebildeten Zustand, da der Beinanhang gegen Ende des Larvenlebens rückgebildet und nicht etwa durch einen neu sprossenden Taster ersetzt wird. Der Mangel eines Mandibeltasters kann als allgemeiner Charakter der Phyllopoden gelten, worauf ich in früheren Arbeiten wiederholt hingewiesen habe. Wenn ein jüngerer Autor dem entgegen eine Borste am Unterrande der Branchipus-Mandibel als Tasterrudiment in Anspruch genommen hat, so hat derselbe hiermit nur dargethan, dass er sich weder über den morphologischen Werth eines Tasters klar geworden ist, noch über die Zeit des Auftretens dieser Borste Rechenschaft zu geben für nothwendig erachtete. Ein Tasterrudiment würde gerade umgekehrt nicht am hinteren unteren Rande, sondern an der convexen oberen Fläche der Kaulade zu suchen sein. Ueberdies findet sich die ohne jegliche Begründung als rudimentärer Taster gedeutete Borste schon am Basalglied der Naupliusgliedmasse und fungirt hier bereits, bevor deren Kaufortsatz zur Lade ausgebildet ist, als Greifborste. (Taf. II, Fig. 8 B.) Demgemäss dürfte die Bedeutung der mächtigen Hakenborste in ähnlichem Sinne wie die säbelförmige Hakenborste am ersten Rumpf-Gliedmassenpaare der Naupliuslarve (2. Antenne) zu beurtheilen sein.

Die Maxillen scheinen wesentlich dazu bestimmt, die Wirkung der Beinpaare zum Abschluss zu bringen und die herbeigestru-

delten Nahrungsstoffe in die Vorhöhle des Mundes einzuführen. Der Taster, welcher in beständiger von aussen medialwärts nach vorn gerichteter schaufelnder Bewegung begriffen ist, entspricht ohne Frage der grossen, äusseren Maxillarlade von Apus und könnte ebenso gut wie diese, auch als äussere Lade bezeichnet werden. Bei Artemia ist derselbe verkümmert und kaum beweglich. (Taf. V, Fig. 1.) Die basale oder innere Lade begrenzt eine trichterförmig nach vorn verengte Rinne, deren Ränder in zwei nach dem Munde hin zusammenlaufenden Härchenreihen übergehen und eine Art Hypopharynx darstellen, welchem gegenüber an der Wand der Oberlippe ein zungenförmig vorragender, mit Härchen besetzter Wulst (Taf. VI, Fig. 5, 6) nach dem Munde hinläuft. Dieser Wimperbesatz reicht nicht so weit, wie der zum Munde führende Härchenbesatz zwischen der Basis der Mandibeln und wird als Epipharynx zu bezeichnen sein. Eine selbstständige Unterlippe im Sinne der Paragnathen fehlt bei allen Phylopoden, wohl aber kann die Innenlade der Maxille ähnlich wie bei Apus als gleichwerthige Bildung betrachtet werden, wie denn auch die als Unterlippe gedeutete Bildung bei Leptodora dem vorderen Maxillenpaare entspricht. Der in gleichem Sinne bezeichnete, von Härchen besetzte Wulst, welcher sich bei Daphnia und Sida rechts und links an der Basis der Oberlippe findet, kann mit Rücksicht auf seine Lage vor den Mandibeln nicht als wahre, den Paragnathen entsprechende Unterlippe Geltung haben.

Die Oberlippe gehört als helmförmiger Vorsprung zum ersten Rumpf- oder Antennensegment, an dessen ventraler Seite dieselbe den Zwischenraum zwischen der rechten und linken Gliedmasse zum guten Theil einnimmt. So wenigstens im Larvenalter, bevor die Antennen ihre Lage verändert und nach dem Scheitel emporgerückt sind. Mit ihrem freien, die Decke des oralen Vestibulums bildenden Abschnitte ragt die Oberlippe noch über das Mandibelsegment und mit ihrem im Laufe des Wachsthums zipfelförmig vorwachsenden Endlappen sogar über die Maxillenregion hinaus. Ausser von den mächtigen Levatoren und den Constrictoren des Schlundes wird der innere Raum der Lippe von zahlreichen quer und längs ausgespannten, kettenartig verbundenen Fettzellen erfüllt (Fz). Dazu kommen noch in der Gegend der Mundöffnung die Dilatatoren der vorderen und oberen Schlundwand, sowie der Nervenring (Taf. VI, Fig. 3 LR) mit dem unpaaren Lippenganglion (LG), endlich in dem terminalen Theil die grossen als Speicheldrüsen gedeuteten Drüsenzellen, deren Ausführungsöffnung und Drüsen-

structur auf Querschnitten leicht zu constatiren sind. (Taf. I, Fig. 4 S. Dr.).

Die Mundöffnung liegt als quergezogene Spalte an der unteren und hinteren Grenze des Antennensegmentes und führt in den anfangs unter schwacher Krümmung aufsteigenden, dann im Winkel nach dem Rücken umbiegenden Schlund oder Oesophagus (Taf. VI, Fig. 1, 2, 3 Oes).

Dieser relativ kurze, durch einen mächtigen Ringmuskelbelag ausgezeichnete Darmabschnitt wird vornehmlich in seiner unteren auf den Mund folgenden Partie durch Dilatatoren der Vorderwand und Hinterwand erweitert, als deren Antagonisten den Ringmuskeln die Function der Constrictoren zufällt. Längsmuskeln, für welche die Längsfalten der Intima gehalten werden könnten, sind nicht vorhanden, ebensowenig accessorische Drüsenzellen, wie sie Weismann, durch den Querschnitt der Ringmuskeln getäuscht, als der Wand des Pharynx aufgelagert für Leptodora beschreiben konnte. Im Querschnitt erscheint das Lumen des unteren Schlundabschnittes ähnlich wie der Mund, wohl in Folge der rechts und links ausgespannten Suspensorien, als eine quergezogene Spalte, deren concav eingedrückte Vorderwand der convex vorspringenden Hinterseite beinahe anliegt. In den Mittel- oder Magendarm springt der Schlund ebenso wie bei den Daphniden wulstförmig oder, um Leydig's Vergleich zu wiederholen, wie der Uterus der Säugethiere in die Scheide vor, und zwar erscheint dieser dorso-ventral etwas abgeflachte Vorsprung, zweiklappig und am Rande mit kleinen Papillen der Intima bewaffnet. Morphologisch ist derselbe deshalb von besonderem Interesse, weil sich aus diesem vorspringenden Abschnitte bei den Malakostraken die complicirten Bildungen des Vormagens entwickeln, welche weit in den Mitteldarm hineinragen.

Der nach Form und Lage hinreichend bekannte Mitteldarm mit seinen vorderen, im Verlaufe der Entwicklung sich vielfach ausbuchtenden Blindsäckchen wurde seiner feineren Structur nach von Spangenberg im Wesentlichen richtig dargestellt. Die Ringmuskelzellen, welche ganz ähnlich wie am Phronimadarm die Stützmembran als Reifen umgürten, deren Kerne auf der Dorsalseite des Darmes rechts und links unregelmässig alterniren, bleiben im Vergleich zu denen des Schlundes schmäler und in weiteren Abständen von einander entfernt. Längsmuskeln sind nicht vorhanden, wie man sich an Querschnitten bestimmt überzeugt, wohl aber eine Intima, gebildet aus dem hohen längsstreifigen porösen Grenzsaume

des im Jugendzustand cylindrischen, später mehr cubischen Darmepithels (Taf. III, Fig. 3 Dk). Dagegen kann die oft als zarte Membran abgehobene Umhüllung des Darminhalts nur als das erhärtete Secret der Darmzellen betrachtet werden. Die übrigen Phyllopoden und Daphniden zeigen dieselbe Structur des Darmes. Bemerkenswerth erscheint jedoch die Abweichung, welche Leptodora in der vorderen Hälfte des Mitteldarmes bietet, indem dieser von Weismann als Oesophagus bezeichnete Abschnitt die Entodermbekleidung verloren hat und lediglich als Zuleitungsrohr der Speise fungirt. Die an demselben als Intima sich darstellende längsgefaltete Haut unterhalb der Quermuskelringe dürfte der Stützmembran entsprechen, deren Zellenbekleidung geschwunden ist.

Die völlig gleichförmige, nicht etwa durch besondere Drüsenzellen unterbrochene Zellenlage des Mitteldarmes, welche in gleicher Gestalt auch die sogenannten Lebersäckchen auskleidet, besorgt nachweisbar die Functionen der Verdauung und Resorption. Bezüglich der ersteren scheint ein schleimiges Secret von Bedeutung, dessen Ausscheidung man nach dem Auswurf von Kothballen direct beobachten kann (Taf. II, Fig. 4). Man sieht alsdann das freigewordene Lumen des Mitteldarms sich rasch mit hellen Blasen füllen, deren dünne peripherische Schicht von zäherem Secret gebildet wird, während die centrale flüssigere Füllung wohl aus Wasser bestehen dürfte, welches durch die Pumpbewegungen des Afterdarms eingeführt wurde. Andererseits weisen, worauf schon Spangenberg aufmerksam gemacht hat, die zahlreichen Vacuolen und wohl auch die Fetttröpfchen, welche die mit Porensaum bekleideten Epithelzellen bergen, auf Resorptions- und Verdauungsvorgänge hin.

Der mittelst Ringfurche scharf abgesetzte kurze Enddarm gehört im ausgebildeten Zustand lediglich dem Aftersegment an und wiederholt seinem Baue nach den Munddarm. Wie dieser, besitzt derselbe eine Epithelbekleidung, welche als Hypodermis die starke längsgefaltete Intima ausscheidet und ist oberhalb derselben von einem kräftigen Belag von Ringmuskeln umkleidet. Diesen als Constrictoren fungirenden Muskelzellen entgegen wirken die bekannten, rechts und links von der Rücken- und Bauchseite her ausgespannten Dilatatoren, welche die Darmwand vor und während des Austritts der Kothballen nach den Seiten ziehen und die von Vorsprüngen des Integuments umgebene Afterspalte weit öffnen. Die allgemeine Verbreitung dieser nach Art einer Saugpumpe wirkenden Muskelgruppen nicht nur bei den Phyllopoden, sondern auch

in anderen Crustaceenordnungen dürfte den Werth derselben zunächst für die Entleerung des Darminhaltes unzweifelhaft machen.

Nun soll keineswegs in Abrede gestellt werden, dass den Dilatatoren auch eine ansaugende Thätigkeit zufalle, durch welche Wasser durch den After in den Darm aufgenommen werden kann. Hiermit ist aber noch nicht die Function der Athmung für den Darmcanal dargethan, welche zuerst wohl Lereboullet als „respiration anale" bei Daphnia und Limnadia wahrscheinlich zu machen und dann später Weismann insbesondere bei Leptodora bestimmter zu begründen versuchte. Indessen scheint mir dieselbe nicht nur nicht bewiesen, sondern im Gegentheil mit Rücksicht auf die secretorische Thätigkeit des Darmepithels mehr als unwahrscheinlich. Ich halte die Vorstellung von der Darmrespiration der Phyllopoden geradezu für verfehlt, nicht nur wegen des Vorkommens der gleichen Muskeleinrichtung in fast allen anderen Crustaceenordnungen, sondern vornehmlich deshalb, weil die Bedingungen, unter welchen in den auf dem Objectträger, eventuell unter dem Druck des Deckgläschens untersuchten Thieren lebhafte und rhythmisch in regelmässigen Zwischenräumen wiederkehrende Pumpbewegungen des Afterdarmes beobachtet werden, abnorme sind und keinen Rückschluss auf normal bestehende Vorgänge gestatten. Seitdem mir aber die secretorische Thätigkeit des Darmepithels nach eben unter dem Einfluss kräftiger Bewegungen der Dilatatoren erfolgter Kothentleerung bekannt geworden ist, bin ich der Ansicht zugeneigt, dass sich die Bedeutung der vom After aus erfolgten Wasseraufnahme auf die Verflüssigung des verdauenden Secretes beschränkt und eine respiratorische Function um so weniger möglich ist, als die dünne schleimige Absonderung an der Epitheloberfläche des leeren Darmes, die unmittelbare Berührung des Wasserstromes und der Darmwand ausschliesst.[1]) Hiermit stimmt auch die von Weismann selbst gemachte Beobachtung, dass die freie Bewegung von Carmintheilchen, welche vom After aus in den Magendarm eintreten, durch den hier befindlichen Schleim behindert wird, indem jene an diesem haften bleiben.

Spangenberg erwähnt in seinen Beobachtungen über Limnadia eines den Seiten des Enddarmes anliegenden Ganglienpaares, das ursprünglich bei allen Phyllopoden im Endsegmente gelegen, mit der Verlängerung des Enddarms aber später bei manchen

[1]) Vergl. auch meine hierauf bezüglichen Bemerkungen in meiner Polyphemiden-Arbeit. Wien 1877, pag. 11.

Formen weiter nach vorne gerückt sei. Aus jedem Ganglion sollen nach vorne und hinten zwei mächtige, äusserst blasse Stämme hervorgehen, die sich vielfach verästeln, dabei Anastomosen bilden und auf diese Weise ein sympathisches Darmgeflecht mit eingeschalteten blassen Ganglienzellen und austretenden, über den Mitteldarm hinziehenden Längsfasern zusammensetzen. Da uns der genannte Autor bislang die nähere, durch Abbildungen erläuterte Darstellung dieses Darmnervensystems leider vorenthalten hat, ist es unmöglich, eine richtige Vorstellung von demselben zu gewinnen. Ich vermuthe jedoch, dass mit unzweifelhaft gangliösen Zellen und deren Ausläufern fibrilläre Züge von Bindesubstanz, wie sie in der peritonealen Ueberkleidung des Darmes angetroffen werden, zusammengeworfen sind. Ich selbst kenne zwei grosse spindelförmige Ganglienzellen (Taf. II, Fig. 4 Z), welche besonders schön am Enddarm von 1·5 bis 2 Millimeter langen Larven hervortreten. Zu denselben kommen noch zwei ganz gleichgestaltete Zellen meist im 13., seltener im 12. Segmente am Mitteldarm hinzu. Möglicherweise ist die Zahl dieser Ganglienzellenpaare eine noch grössere.

Die Antennendrüse. Die beiden segmentalen Drüsenpaare, von denen bekanntlich die vordere dem ersten Rumpfsegmente angehört und nach ihrer Lage und Ausmündung als Antennendrüse bezeichnet wird, die hintere in die Schalenduplicatur der Maxillarregion hineingerückt ist und deshalb den Namen Schalendrüse führt, sind bislang unter allen Phyllopoden am wenigsten genau bei Branchipus untersucht worden. Die auf das Larvenalter beschränkte Antennendrüse gehört ihrem ganzen Verlaufe nach dem mächtigen Basalglied der zweiten Antenne an und erreicht keinen grossen Umfang, indem das „Harncanälchen" nur zwei etwas gebogene Windungen bildet (Taf. VI, Fig. 1 SG). Das bislang nicht abgebildete Endsäckchen, von welchem bereits C. Grobben bemerkt hat, dass dasselbe mit dem der Estherienlarve übereinstimme, hat im Vergleich zu diesem eine mehr gedrungene, dreiseitige Form und liegt an der Dorsalseite des Basalgliedes über den Muskeln ausgespannt (Taf. VI, Fig. 1 Dr S, Taf. VIII, Fig. 1 und 2 Dr S).

Der aus dem verengerten Halse des Säckchens hervorgehende dickwandige Canal wendet sich sogleich quer medianwärts und bildet dann, in entgegengesetzter Richtung lateralwärts umbiegend, die Hauptschleife, auf welche vor dem verschmälerten Ausführungstheil oberhalb der säbelförmigen Hakenborste die zweite Umbiegung folgt. Der gesammte Schleifencanal wird lediglich von drei durch-

bohrten Zellen erzeugt, von denen zwei, durch ihre sehr grossen Kerne ausgezeichnet, der Schleife zugehören, die dritte Zelle mit kleinem Kern den ausführenden Theil bildet. Auch bei Estheria scheinen es dieselben drei Zellen zu sein, welche das Harncanälchen zusammensetzen. Die Oeffnung am medialen Winkel der Hakenborste wurde bereits in meiner früheren Arbeit dargestellt und ist seitdem auch von Spangenberg und C. Grobben an gleicher Stelle wiedergefunden.

Physiologisch interessant scheint mir das Auftreten röthlich gelber Concremente im Inhalte der Drüsenzellen, durch welche oft das ganze Säckchen ein gelbliches Colorit erhält (Taf. VIII, Fig. 2 Dr S). Die Körnchen (K) treten dann in den Schleifengang über und häufen sich an einzelnen Stellen zu grösseren Ballen an. Jedenfalls sind dieselben Erzeugnisse der Zellen des Endsäckchens.

Bei Artemia erhält sich ein Ueberrest der Antennendrüse im Körper der geschlechtsreifen Form (Taf. V, Fig. 2 Dr R.)

Die Schalendrüse, welche der Naupliuslarve fehlt und sich erst während der nachfolgenden Larvenzustände entwickelt, um während der postlarvalen Entwicklung nach Schwund der Antennendrüse zur vollen Grösse und Ausbildung zu gelangen, zeichnet sich bei Branchipus durch die knäuelförmige, auf einen geringen Raum zusammengedrängte Gestalt ihres Schleifencanals aus (Taf. IV, Fig. 5). Offenbar ist diese von Apus und den Estheriden abweichende Form aus der Rückbildung der Schalenduplicatur zu erklären, welche sich auf den seitlichen, die Schalendrüse aufnehmenden Höcker der Maxillargegend reducirt. Endsäckchen und Ausführungsöffnung der Drüse sind bislang unbekannt geblieben; das erstere wohl deshalb, weil dasselbe in die Tiefe gerückt, bei Betrachtung vom Integumente aus, von den Windungen des Schleifencanals verdeckt wird, die Ausführungsöffnung aber offenbar wegen ihrer versteckten Lage an der zweiten Maxille. Erst Querschnitte geben ohne Schwierigkeit über das von Connectivfasern suspendirte Säckchen (Taf. III, Fig. 3 Dr S), sowie über die Mündung des verengerten Ausführungsganges (Fig. 4 Oe) unzweideutigen Aufschluss.

Rücksichtlich des histologischen Verhaltens stimmt der Epithelialbelag des Endsäckchens mit dem vorderen Drüsenpaare überein, dagegen erscheint die Zellenbekleidung des gewundenen Schleifencanals im Vergleich zur Antennendrüse bedeutend flacher, und das Lumen unverhältnissmässig erweitert. Die charakteristische Streifung liess sich jedoch, wenngleich minder deutlich, auch an dem Wandbeleg der Schleifengänge constatiren.

Bei Artemia erscheint die Form der Schalendrüse in Folge der geringen Complication der Windungen einfacher als bei Br. torticornis und wahrscheinlich auch der übrigen Branchipusarten. Das Endsäckchen ist verhältnissmässig umfangreicher, und es fehlt die absteigende Schleife, welche dort in das Segment des ersten Beinpaares herabreicht (Taf. IV, Fig. 1 S Dr).

Die segmentalen Bauch- und Beindrüsen. In den Segmenten des Mittelleibes finden sich eigenthümliche, an der Aussenseite der Ganglien gelagerte Zellengruppen, welche wahrscheinlich mit den von Leydig als orangegelbe Körper erwähnten, ihrer Bedeutung nach jedoch nicht weiter gewürdigten Bildungen identisch sind. Ich habe diese Gebilde zuerst als Drüsen [1]) in Anspruch genommen, nachträglich [2]) jedoch, als ich stäbchenförmige Concremente in einem ampullenförmigen Raum derselben kennen lernte, in Folge der hierdurch veranlassten Aehnlichkeit mit einem Otolithensäckchen an die Möglichkeit gedacht, dass dieselben einem Sinnesorgan entsprechen könnten. Spangenberg hat später meine erstere am nächsten liegende Deutung wieder aufgenommen, ohne jedoch die stäbchenförmigen Differenzirungen, deren Beobachtung mich von der zuerst gegebenen Deutung abgelenkt hatte, gesehen zu haben. Demselben ist der mittlere ampullenförmige Abschnitt mit den Stäbcheneinlagerungen völlig entgangen, wie überhaupt die Darstellung, welche dieser Autor von dem interessanten Organe gibt, ebenso wie meine frühere Beschreibung einer Berichtigung und Ergänzung bedarf.

Der zweilappige, mit unregelmässigen Fortsätzen versehene Körper, welcher an der Aussenseite des Ganglions einem Theile der Unterfläche desselben anliegt (Taf. IV, Fig. 6, 7), entspricht zwei grossen Zellen (Nz), deren helles feinkörniges Plasma einen grossen rundlichen Kern umschliesst. Der letztere tritt erst bei Behandlung mit Reagentien schärfer hervor und erscheint dann in Form einer mit zahlreichen Kernkörpern erfüllten Blase. Zwischen beiden Zellen und von denselben überdeckt, liegt eine dritte Zelle (Dz), welche einen entsprechend kleineren Kern umschliesst und in ihrem Protoplasma den ampullenförmigen hellen Raum mit radiär gestellten stäbchenförmigen Concretionen enthält. Diese stets auftretenden Körperchen, welche in der hellen Flüssigkeit überaus regelmässig suspendirt sind und beim ersten Blick an Otolithen

[1]) C. Claus, l. c. pag. 25, Taf. V, Fig. 14'.

[2]) Derselbe, Ebendaselbst Schlussbemerkungen, pag. 42, Taf. IV, Fig. 14'' und 14'''.

erinnern, sind offenbar Ausscheidungsproducte der Drüsenzelle. Als Ausführungsgang derselben erscheint eine besondere Zelle (Ag) verwendet, die lang ausgezogen in einer ovalen Auftreibung einen kleinen Kern enthält und sehr deutlich von einem engen zu der Drüsenzelle hinführenden Lumen durchsetzt ist. Die Ausführungszelle zieht quer über die Mitte des Ganglions, um nahe der Medianlinie in dem von beiden Quercommissuren begrenzten Felde nach aussen zu münden. Dieser Ausführungsgang wurde bereits sowohl von mir als von Spangenberg beobachtet, aber von uns beiden in verschiedener Weise irrthümlich gedeutet. Ich betrachtete denselben als eine Art Suspensorium zur Anheftung des zweilappigen Körpers an der Bauchwand, während jener Autor einen langen nach aussen in das Grundstück des anliegenden Beines eintretenden Fortsatz als Ausführungsgang beschrieb. Dieser letztere entspricht jedoch, wie ich mich neuerdings wiederholt überzeugen konnte, lediglich einem protoplasmatischen Ausläufer der hinteren Nebenzelle und hat mit der Ableitung des Secretes nichts zu thun, welche eben von der in umgekehrter Richtung verlaufenden, strangförmigen Zelle besorgt wird.

Eine ganz ähnliche Zusammensetzung und Structur zeigen nun die von Spangenberg zuerst beschriebenen Zellengruppen, welche in dem Stammlappen der Beine liegen und deshalb als Beindrüsen bezeichnet wurden. Jede derselben besteht aus der ventralen Drüsenzelle mit den stäbchenförmigen Concrementen im Innern der hellen Vacuole, der mit derselben verbundenen ausführenden Zelle und zwei umfangreichen Nebenzellen, welche, schräg übereinander liegend, sich theilweise decken (Taf. IV, Fig. 8, 9). Die Beziehung des Ausführungsganges zu einem kegelförmigen Nebenzapfen der Hakenborsten, wie sie von jenem Autor dargestellt wurde, habe ich mich vergeblich bemüht zu bestätigen, muss vielmehr nach meinen Beobachtungen die Existenz einer solchen entschieden in Abrede stellen. Die Oeffnung der Ausführungszelle liegt ebenso wie die der Bauchdrüse frei auf der Cuticularfläche, während der Nebenzapfen der mittleren Hauptborste, ebenso wie der entsprechende Zapfen an der dritten Hauptborste (b''), gar nicht von einem Porus durchbrochen ist. Eine kleine, zwei Kerne enthaltende flaschenförmige Drüsenzelle, welche sich oberhalb der ersten Hautborste findet (Fig. 8 Dr), ist vielleicht als Rudiment einer zweiten Beindrüse aufzufassen.

Wenn somit nunmehr über die Beziehung der Mittelzelle als der zur schmalen ausführenden Zelle gehörigen Drüsenzelle kein Zweifel besteht, so erscheint doch die Bedeutung der beiden grossen

Nebenzellen, in denen ich niemals stäbchenförmige Ausscheidungen gefunden habe, keineswegs aufgeklärt. Dass dieselben die Centralzelle lediglich stützen oder schützen sollten, ist von vorneherein unwahrscheinlich, vielmehr liegt die Vermuthung nahe, von den beiden Nebenzellen einen Theil der Drüsenthätigkeit mitbesorgt zu sehen, etwa der Art, dass dieselben Ausscheidungsstoffe in flüssiger Form auf die Centralzelle überleiten, ähnlich wie die Dotterbildungszellen oder Nährzellen bei Insecten und Cladoceren der Eizelle Material zuführen.

Auffallenderweise werden die Bauchdrüsen bei Artemia vermisst. Dagegen finden sich hier die Beindrüsen in etwas veränderter Form, insofern die Nebenzellen fehlen und lediglich die Drüsenzelle mit ihren Concrementen und die Ausführungszelle erhalten sind (Taf. IX, Fig. 1 B Dr).

Die segmentale Wiederholung der Bauch- und Beindrüsen in den beintragenden Segmenten des Mittelleibes gibt vielleicht Veranlassung, die Frage nach einer etwaigen Beziehung derselben zu Segmentalorganen aufzuwerfen. Indessen liegen keine Anhaltspunkte vor, diesen Drüsengruppen etwa in gleicher Weise wie der Antennen- und Schalendrüse vorausgehender Segmente eine solche Bedeutung zuzuschreiben. Zudem entstehen dieselben nicht wie jene aus dem Mesoderm, sondern sind, wie sich wenigstens mit Bestimmtheit für die Bauchdrüsen nachweisen lässt (Taf. III, Fig. 5 BDr), ektodermale Bildungen.

Da sich auch am 12. Segment, welches kein Beinpaar trägt, dagegen die Gliedmassenanlage zum Genitalwulst umgestaltet, im Larvenkörper eine rudimentäre Bauchdrüse nachweisen lässt, dürfte die Ansicht Berechtigung haben, dass Bauch- und Beindrüsen ursprünglich in grösserer Zahl vorhanden waren, und mit der Reduction der Gliedmassen und Ganglienpaare an den vorderen Abdominalsegmenten rückgebildet wurden.

Unter den Drüsen ist auch das von mir als Nackenschild beschriebene, vornehmlich im Larvenalter entwickelte Organ anzuführen, welches der Nackendrüse von Estheria, Limnadia und der Cladoceren homolog, bei zunehmender Körpergrösse des Thieres mehr und mehr zurücktritt. Dasselbe findet sich bekanntlich in ganz ähnlicher Form auch bei Apus und ist nach dem Verhalten seiner hypodermalen Zellenlage von Spangenberg[1]) näher erörtert, in morphologischer Bedeutung aber erst von C. Grobben[2])

[1]) Spangenberg, Branchipus etc. l. c. pag. 14, Taf. II, Fig. 13.

[2]) C. Grobben, Die Entwickelungsgeschichte der Moina rectirostris, pag. 57.

in das rechte Licht gestellt, so dass ich mich darauf beschränken kann, auf die bisherigen Darstellungen hinzuweisen. Einen besonderen Nerven, wie er nach Spangenberg[1]) an dem Haftorgan der Limnadia vorhanden sein soll, habe ich nicht nachweisen können. Dagegen finden sich regelmässig zwischen Nackenorgan und Stirnauge zwei durch Connectivfasern an der Haut suspendirte Zellengruppen, welche den beiden vom letztgenannten Autor am Haftorgan von Limnadia beobachteten vier bis fünf spindelförmigen, in verzweigten Fäden auslaufenden Zellen entsprechen dürften. Die Zellen dieses bereits früher von mir erwähnten und vom Nackenschilde wohl unterschiedenen Nackenorganes sind vielleicht, wie man aus ihrer oberflächlichen Lage im jüngsten Larvenalter schliessen könnte, von der Hypodermis aus in die Tiefe gerückt (Taf. I, Fig. 9, Taf. VII, Fig. 1 NZ). Dieselben beschränken sich nicht auf die Larvenzeit, sondern finden sich auch im Körper des ausgebildeten Thieres, wo sie von einem Bündel convergirender Connectivfasern wie in einem Beutel am Integumente suspendirt erscheinen (Taf. IV, Fig. 4).

Ueber die Bedeutung dieser grosskernigen Zellen vermag ich keinen Aufschluss zu geben, da die Structur derselben keine besonderen Anhaltspunkte bietet. Im Jugendzustand gleichen sie Fettzellen ohne Fettinhalt und auch im späteren Alter stehen sie nach der Grösse und Beschaffenheit des Kernes, sowie im Aussehen des Protoplasmas den grosskernigen Bindegewebszellen am nächsten.

8. Herz, Kreislauf und Respiration.

Das Herz von Branchipus erstreckt sich bekanntlich als sehr langes Rückengefäss durch sämmtliche Brust- und Abdominalsegmente und weist durch das gleichartige Verhalten seiner zahlreichen, in allen diesen Segmenten sich wiederholenden Kammern auf einen alten, ursprünglichen Zustand hin. Nur im letzten Abdominalsegmente bleibt der Herzabschnitt kurz und endet mit terminaler Oeffnung, in allen vorausgehenden Segmenten finden sich seitliche Ostien, deren Zahl somit 18 Paare beträgt. In die hintere Kopfregion verlängert sich das Rückengefäss als weite Gefässröhre mit lediglich bindegewebiger Wandung ohne seitliche Spalten und reicht mittelst dieses nicht mehr pulsirenden als Kopfaorta zu unterscheidenden Abschnittes durch die Maxillarregion bis in das zweite Rumpfmetamer. Hier folgt auf die Aorta ein entsprechender

[1]) Spangenberg, Limnadia etc. l. c. pag. 487.

medianer Blutraum, dessen seitliche Begrenzung von den dorsoventral absteigenden Muskelgruppen gebildet wird.

Bezüglich der Structur unterschied Leydig eine äussere, aus Ringmuskeln bestehende contractile Schicht und eine innere Haut mit zartem Epithel. Es sind jedoch diese zwei Schichten nicht zu trennen; vielmehr sind es die in zwei Reihen angeordneten, die Herzwand bildenden Muskelzellen selbst, welche für das innere Epithel gehalten wurden, während die vermeintlichen Ringmuskeln sich auf den Ringmuskelbelag des unterliegenden Darmes beziehen. An der Herzwand der Larve springen allerdings rechts und links die kernhaltigen Auftreibungen der Muskelzellen in geschlossener Reihe in das Lumen vor und machen den Eindruck eines Epithels (Taf. III, Fig. 9, 10 MK), später rücken die rundlichen Kerne weiter auseinander und liegen nicht mehr so regelmässig in Reihen. Dagegen kommen ringförmig verlaufende Muskelfasern an der überaus dünnen contractilen Herzwand nicht vor, und es gehören die bei der Beobachtung des lebenden Thieres als breite Ringstreifen sich abhebenden Muskeln der anliegenden Darmwand an. In der zarten muskulösen Wand des Herzens finden sich lediglich Primitivfibrillen mit quer geordneten Sarcous elements, ohne zu Muskelfasern vereinigt zu sein.

An der Aussenseite der Herzwand lagern noch schmale ovale Kerne. Diese gehören der bindegewebigen Umkleidung an, mittelst welcher das Herz an der Darmwand und am dorsalen Integument befestigt ist (Taf. III, Fig. 11, 12 BK). Eine structurlose Intima habe ich nicht nachweisen können. Wäre eine solche wie bei Leptodora und den Daphniden vorhanden, so dürfte dieselbe bei dem Mangel zugehöriger Kerne kaum anders als auf eine von den Muskelzellen abgeschiedene cuticulare Bildung aufzufassen sein. A priori wird man freilich, zumal mit Rücksicht auf das Verhalten bei Phronima und den Malakostraken, geneigt sein, die bindegewebige Grundlage der weiten Aorta als Verlängerung der inneren Herzwand zu betrachten, indessen wird diese Vorstellung durch den Befund an Quer- und Horizontalschnitten nicht bestätigt. Auch darin zeigt das Branchipusherz ein primitives Verhalten, dass die kernhaltigen Lippenklappen der Ostien, welche ihrer Entstehung nach Theile der Muskelwand sind, keinen bedeutenden Umfang erlangen.

Auch fehlt die Klappenvorrichtung am vorderen Herzende vor Beginn der Aorta, welche bis auf den Mangel contractiler Fibrillen und Ostien mit der Kammerwand grosse Aehnlichkeit

zeigt und wohl aus den homologen Zellen der zugehörigen Mesodermsomiten hervorgegangen sein dürfte. Die Ostien entsprechen den Unterbrechungen aufeinander folgender Somiten und der aus den abgelösten Dorsalwülsten derselben entstandenen Kammeranlagen. Die zarten Suspensorien, welche von jeder Kammer nach dem Integument hinziehen, weisen auf die Stellen hin, an denen sich bei Lostrennung der Kammeranlagen der Zusammenhang mittelst langausgezogener Spindelzellen erhielt.

Bezüglich der Entwicklung des Herzens konnten meine früheren an der lebenden Larve gemachten Beobachtungen durch den Befund an Querschnitten durchaus bestätigt werden. Die Flächenbilder, welche die Dorsalseite des in Somiten zerfallenen Mesodermstreifens am durchsichtigen Larvenleibe bietet, sind bereits entscheidend und gestatten keine andere als die von mir gegebene Deutung. Am Querschnitt überzeugt man sich aber, dass die einander zugekehrten Flächen der sich lostrennenden Randwülste tief rinnenförmig ausgehöhlt sind und dass jederseits nur eine einzelne Zellenreihe zur Bildung der muskulösen Herzwand verwendet wird, deren Kerne später noch, wenn auch weit auseinander gerückt, doch reihenförmig geordnet bleiben und den runden, in das Lumen vorspringenden Kernen der Herzwand entsprechen. Die ovalen Kerne der Aussenseite gehören Bindegewebszellen an, welche die Kammerwand vom Mesodermstreifen mitführte. Obwohl bei der medianen Verwachsung beide Kammerhälften nahe aneinander rücken, so wird das durch die Rinnen derselben gebildete Lumen nicht ganz verdrängt, sondern repräsentirt eine enge, später wiederum sich erweiternde Röhre. Schon der Zusammenhang meiner früheren Darstellung liess dieses Ergebniss erwarten. Wenn ich früher dennoch an die Möglichkeit dachte, es könne das Lumen vorübergehend durch Zusammenwachsen der Wand zu einem soliden Strang verdrängt sein, so war diese Vorsicht, wie sich nunmehr ergeben, trotz des schon im Larvenleibe von hinten nach vorne gerichteten dorsalen Blutstromes keineswegs überflüssig.

Erst an Larven von circa 1 Mm. Länge mit etwa 6—7 Kammern beginnt die Herzwand sich in regelmässigen Pulsationen zu contrahiren. Die letztgebildete enge Kammer bleibt eine Zeit lang starr, ohne an den Contractionen der vorausgehenden Theil zu nehmen. In der Naupliuslarve ist das Herz überhaupt noch nicht vom Mesodermstreifen gesondert, dagegen erscheint der dorsale, dem Lumen der vorderen Kammern entsprechende Blutraum als röhrenförmiger wohlbegrenzter Abschnitt der Leibeshöhle zwischen Darm,

Integument und den beiden Mesodermwülsten (Taf. I, Fig. 2, 3, HC). Da sich derselbe durch die Maxillarregion bis in das Mandibelsegment hineinerstreckt, dessen Muskulatur und Nervenapparat bereits in Wirksamkeit getreten ist, so dürfte bei dem übereinstimmenden Verhalten der noch nicht abgelösten Mesodermwülste in den Maxillarsegmenten die Annahme naheliegen, dass sich auch in diesen ursprünglich Herzkammern entwickelten und später zu dem nicht contractilen Aortenabschnitte vereinfachten. Das Verhalten des dorsalen der Herzdifferenzirung vorausgehenden Blutraumes im Nauplius- und Metanaupliusalter würde zu Gunsten der von Bütschli ausgesprochenen Hypothese verwerthet werden können, wenn nicht bereits der Darmabschnitt in den Muskelreifen seine viscerale Mesodermbekleidung besässe, deren frühzeitige schon in die Naupliusentwicklung fallende Sonderung mit der Reduction der Mesodermsomiten auf das parietale Blatt im Zusammenhang steht.

Die verkürzten Herzformen der Cladoceren und Copepoden mit nur einem seitlichen Spaltenpaare dürften, nach der Lage des Ostienpaares zu urtheilen, aus den Kammerabschnitten der beiden vorderen Brustsegmente (des ersten und zweiten Beinpaares) hervorgegangen sein.

Die Blutbewegung verhält sich im Vergleiche zum Kreislaufe der Malakostraken überaus einfach und im Wesentlichen mit dem der Cladoceren übereinstimmend. Wir sehen zwei Ströme in entgegengesetzter Richtung den Leib durchziehen. Der dorsale Strom ist von hinten nach vorne gerichtet und bewegt sich durch das Herz und dessen seitlichen Pericardialsinus, aus welchen Blutmengen von Segment zu Segment durch die Ostienpaare in die Herzkammern eintreten. Der ventrale Strom, durch das quer über die Darmwand ausgespannte Septum, wenn auch unvollständig vom dorsalen Blutraum getrennt, bewegt sich absteigend von vorne nach hinten, um am Hinterleibsende in diesen überzugehen. Indessen wenden sich auch noch an der hinteren Grenze der einzelnen Abdominalsegmente geringe Blutmengen unterhalb der Haut dorsalwärts und gelangen durch interseptale Lücken in den aufsteigenden Strom des Pericardialsinus. Schon Leydig hat dieser seitlichen Abzweigungen vom ventralen Hauptstrom Erwähnung gethan. Aus dem Vorderende des Herzens gelangt das Blut durch die weite Aorta in die Bluträume der Schalendrüse, zum grössten Theil aber in das Mandibel- und Antennensegment, umströmt die vorderen Darmanhänge und den dorsalen Lappen des Gehirnes und

biegt, nach Abgabe seitlicher Abzweigungen in das Stielauge, nach der Ventralseite des Kopfes um. Hier umfliesst dasselbe die ventralen Gehirnlappen und entsendet Nebenströmchen in die Antennen und Oberlippe, um in den grossen ventralen Hauptstrom zu den Seiten und unterhalb des Darmes in der Umgebung der Bauchganglienkette einzutreten. Die seitlichen Nebenströmchen, welche die Extremitäten versorgen, treten — und Gleiches gilt für das Stielauge — durch eine vordere Lacune in die Gliedmasse ein und durchsetzen dieselbe bis zur Spitze, um in entgegengesetzter Strömung durch eine zweite hintere Lacune in den Hauptstrom zurückzufliessen.

Im Larvenzustand bewegt sich das Blut vornehmlich in den seitlichen Pericardialräumen, und nur geringe Mengen gelangen durch die Seitenostien, sowie durch die unpaare Spalte der hinteren Kammer in das Lumen des Herzens ein. Unmittelbar vor der Verwachsung beider Kammerhälften erscheinen dieselben median so sehr genähert, dass die Cavität nahezu verdrängt und für die Passage der Blutzellen unzugänglich ist; daher ist während der Entwicklung das hintere Herzende unmittelbar vor der jedesmaligen Fertigstellung einer Endkammer so gut als abgeschlossen.

Dass die Blutflüssigkeit, in welcher die zahlreichen Blutzellen suspendirt sind, blassröthlich gefärbt ist, war schon Leydig bekannt. Aber erst Ray Lankester[2]) machte die interessante Wahrnehmung, nach welcher der Farbstoff aus Haemoglobin besteht. Bei Artemia ist nun die Färbung des Blutplasmas wohl in Folge eines viel reicheren Haemoglobingehaltes eine weit intensivere.

Die Blutzellen wechseln ihrer Form nach mannigfach in Folge der ihnen im hohen Grade zukommenden amoeboiden Veränderungen; bei Artemia erscheinen dieselben meist spindelförmig gestreckt und so dicht mit glänzenden Körnchen erfüllt, dass durch dieselben der relativ kleine Kern verdeckt wird. Die Blutzellen von Br. torticornis bewahren vorwiegend die rundliche Form und sind arm an Körnchen, bergen jedoch oft eine oder mehrere fettglänzende Kugeln. Auf Schnitten tingirter Präparate werden die an vielen Stellen dicht gehäuften Blutzellen an dem kleinen Kerne und der von demselben weit abstehenden Membran des Zellenleibes erkannt und von anderen Zellen unterschieden (Taf. IV, Fig. 3).

[1]) Vergl. C. Claus l. c. Taf. II, Fig. 6″.

[2]) Ray Lankester, Note on a New Means of examining Blood under the Microscope etc. Quarterly Journal of microsc. Science, 1869.

In Bezug auf die Athmung vermag ich meiner früheren Darstellung nichts Wesentliches hinzuzufügen. Nach wie vor betrachte ich, von der respiratorischen Function des gesammten zarten Integuments abgesehen, die Branchialsäckchen für besondere Athmungsorgane. Wenn auch die Blutströmung in diesen Anhängen nicht lebhafter als in den übrigen Abschnitten der Beine erfolgt, so beweist doch die auf Zusatz von verdünnter Osmiumsäure rasch eintretende Bräunung eine grössere Empfänglichkeit für Sauerstoffaufnahme, wie auch die abweichende histologische Beschaffenheit der grosskernigen Hypodermiszellen und die überaus zarte Cuticula auf eine besondere Function hinweisen. Dahingegen vermag ich der Darmoberfläche keine respiratorische Bedeutung beizulegen, halte vielmehr die von mehreren Seiten verfochtene Lehre von der Darmrespiration (Leptodora etc.) für eine verfehlte.

9. Die Geschlechtsorgane.

Mit dem Eintritt in die zweite Entwicklungsperiode, in welcher sich die sexuelle Differenzirung vollzieht, besitzt die Jugendform bei einer Körperlänge von ungefähr $2^1/_2$ Millimeter noch die Larvencharaktere der Schwimmfussantennen, Antennendrüse und Mandibeltaster, welche jedoch von nun an rasch der Rückbildung entgegengehen.

Die Genitalanlage[1]), bereits in früheren Stadien als dünner paariger Strang in den 3 bis 4 vorderen Abdominalsegmenten zur Seite des Darmes nachweisbar, gibt zur Zeit noch keinerlei Anhaltspunkte, um mit Sicherheit als Hoden oder Ovarienanlage bestimmt zu werden. Ebensowenig sind accessorische Sexualunterschiede weder an den Antennen noch an dem späteren Genital-Doppelsegmente nachweisbar. Die Anlagen der beiden Gliedmassenpaare, welche auf das 11., jetzt noch kurze, nicht weiter gegliederte Schwimmfusspaar folgen, verhalten sich an sämmtlichen Individuen gleich und stimmen mit denen der vorausgehenden Schwimmfusspaare im Wesentlichen überein (Taf. II, Fig. 6 und 7 Glw' Glw''). Diese Thatsache, sowie das Vorhandensein zweier Paare zugehöriger Ganglienanlagen habe ich schon in meiner früheren Arbeit[2]) erwähnt und kann nunmehr hinzufügen, dass auch noch in dem 3. Abdominalsegmente eine Ganglienanlage

[1]) C. Claus, l. c. Taf. 3, Fig. 10 und 11 Gt.

[2]) C. Claus l. c. pag. 14, 25, sowie Taf. III, Fig. 10, 11 und 14. Diese Figuren beziehen sich auf die Larven von Br. stagnalis, welche denen von Br. torticornis an Grösse etwas zurückstehen.

auftritt, aus der sich ein kleines, bisher übersehenes Ganglion mit zarter Quercommissur entwickelt. Sogar noch am nachfolgenden 4. Abdominalsegmente kann man das Rudiment einer Ganglienanlage constatiren, von welcher sich zwei Ganglienzellen erhalten (Taf. II, Fig. 6, Taf. V, Fig. 8, G 15 S.).

Man findet somit in der ontogenetischen Entwickelung ausreichende Anhaltspunkte, um die auch aus anderen Gründen naheliegende Vorstellung zu stützen, nach welcher bei den Vorfahren der Phyllopoden auch an den hinteren Leibessegmenten Ganglien und Extremitäten vorhanden waren, mit deren späterer Rückbildung erst secundär eine gliedmassenlose Leibesregion zur Erscheinung trat, welche dem Gliedmassen tragenden Mittelleib oder Thorax als Abdomen gegenüberzustellen durchaus berechtigt erscheint. Dass im Anschlusse an die herkömmliche Begriffsbestimmung die beiden zum Genitaldoppelsegmente verschmelzenden Leibesringe zum Abdomen zu beziehen sind, bedarf keiner eingehenden Begründung, zumal die Gliedmassenanlagen derselben ihre ursprüngliche Bedeutung als Extremitäten aufgaben und zur Bildung der äusseren Geschlechtsorgane verwendet wurden.

Die Art und Weise, in welcher sich nun ontogenetisch diese Umgestaltung für beide Geschlechter unter gleichzeitiger Ausbildung der accessorischen Sexualeigenthümlichkeiten des zweiten Antennenpaares vollzieht, vermochte ich früher in Folge mangelnden Materiales nicht ausreichend festzustellen und musste mir die Ausfüllung dieser Lücke für eine spätere Arbeit vorbehalten.[1]) Schon im Jahre 1874 war es mir geglückt, nicht nur für Br. torticornis und stagnalis, sondern auch für Br. Braueri und Carnuntanus mit Hilfe des in der Umgebung Wiens gesammelten Materiales eine Reihe ergänzender Beobachtungen zu machen; ich kam jedoch in Folge anderer Beschäftigungen nicht zur Ausarbeitung derselben und verschob dieselben später nach dem Erscheinen der Abhandlungen von Spangenberg[2]) und Nitsche[3]) von Jahr zu Jahr. Beide Publicationen, von denen die erstere neben zahlreichen, auf andere Organe bezüglichen Beobachtungen einige Angaben über die Entwickelung der Geschlechtsorgane von Branchipus enthält, die zweite den ausgebildeten Geschlechtsapparat desselben zum Gegenstand hat, tangiren zwar die Fragen, um die

[1]) Vergl. C. Claus l. c., pag. 26.

[2]) Fr. Spangenberg, Zur Kenntniss von Branchipus stagnalis. Zeitschr. für wiss. Zoologie. Tom. 25, Suppl.-Bd.

[3]) H. Nitsche, Ueber den Geschlechtsapparat von Branchipus Grubei. Ebd.

es sich handelt, mehrfach, haben dieselben jedoch keineswegs einer abschliessenden Lösung zugeführt.

Was bei Vergleichung der etwas älteren Stadien zunächst in die Augen fällt, ist ein Unterschied in der Gestaltung der genitalen Gliedmassenwülste, an welchen man beide Geschlechter weit früher als an Abweichungen des zweiten Antennenpaares erkennen kann. An Formen von circa 3 Mm. Länge sind die den Genitalsegmenten zugehörigen Paare von Gliedmassenwülsten entweder median bis zur Verschmelzung genähert (Taf. X, Fig. 1) oder in ziemlich weitem Abstand von einander getrennt (Fig. 8). Jene Formenreihe bezeichnet die weibliche, diese die männliche Geschlechtsentwicklung. Bei vielen Arten erhebt sich an dem vorderen Wulstpaare ein kurzer hakenförmiger Fortsatz, der später entweder verkümmert oder zu bedeutender Stärke gelangt und sich dann am Genitalhöcker beider Geschlechtsthiere erhält. In beiden Formenreihen werden nun die Wülste des hinteren Segmentes von denen des vorderen überwachsen, ein Vorgang, welcher seinen Abschluss erst an Individuen von etwa 5—6 Mm. erreicht hat. Schon in diesem Alter springen die vereinigten Wülste etwas vor dem Hinterrande des zweiten Genitalsegmentes entweder als breiter Medianzapfen (Weibchen) oder als rechter und linker (Männchen) Seitenzapfen vor, Bildungen, welche später, besonders im weiblichen Geschlecht, zu bedeutendem Umfang, in den einzelnen Arten von verschiedener Gestalt, auswachsen.

Die Frage, in welcher Weise das die Gliedmassen-Anlage bildende Zellenmaterial in den Genitalwülsten verwendet wird, kann für beide Geschlechter übereinstimmend dahin beantwortet werden, dass sich aus den Mesodermzellen der ausführende Apparat (Oviduct, Uterus — Samenleiter und Samenblase) nebst Anhangsdrüsen, sowie die mit jenem verbundene Muskulatur entwickelt, während von einer ektodermalen Wucherung am zweiten Wulstpaare beim Weibchen der kurze Ausmündungsabschnitt des Uterus (Vagina), beim Männchen das langgestreckte, als langer Cirrus vorstülpbare Begattungsglied erzeugt wird.

Spangenberg, dem es nicht geglückt war, die Uebergangsstufen bis zum geschlechtsreifen Thiere zu verfolgen, hat aus diesem Grunde auf die Darstellung dieser Umbildungen verzichten müssen. Dennoch machte derselbe, ohne sich auf Beobachtungen stützen zu können, für die weiblichen Geschlechtsorgane die ganz bestimmte Angabe, dass ausser dem Eierstock sowohl der paarige Eileiter als der Uterus Derivate der strangförmigen inneren

Genitalanlage seien, und stellte für den weiblichen Eiersack die Möglichkeit dar, dass derselbe das Product einer trichterförmigen Ausstülpung der Hautschicht sei, den kleinen Trichtern entsprechend, welche zwischen den Quercommissuren jedes Ganglienpaares sich entwickeln, vielleicht als „Erinnerungen an die früher in weiter nach vorne gelegenen Segmenten befindlichen Geschlechtsorgane." Indessen haben diese ektodermalen Wucherungen, welche Integumentverdickungen oder kegelförmige Zapfen (Artemia) erzeugen, gar nichts mit dem in ganz anderer Weise entstehenden Uterus gemein. Oviducte und Uterus sind aber auch keineswegs Verlängerungen der Genitalanlage, sondern selbstständige, mit jener in Verbindung getretene Mesodermbildungen, welche, von Muskelzellen am Integumente getragen, aus dem Mesoderm vornehmlich der vorderen Genitalwülste erzeugt werden.

In gleicher Weise entstehen aus dem Mesoderm des oberen Wulstpaares zwei bisher nicht näher beschriebene Anhänge des Oviductes, welche sich bei manchen Arten, wie bei Br. Grubei, Braueri, Carnuntanus (Josephinae), ebenso auch bei Br. torticornis zu bedeutender Grösse entwickeln und als Nebensäcke des Uterus (Taf. XI, Fig. 10, 11, 12, 14 NS) die noch nackten Eidotter vor ihrem Uebertritt in den Uterus aufnehmen.

Ueber die in den Uterus einmündenden Complexe der bereits von Buchholz[1]) näher beschriebenen Drüsenzellen, deren Secret die in jenen übergetretenen Eier umfliesst und die Substanz des dicken fast sternförmig gezackten Chorions bildet, ist Spangenberg zu einer irrthümlichen Ansicht gelangt, welcher sich auch Nitsche[2]) ohne zutreffenden Grund angeschlossen hat. „Diese Drüsen", sagt jener Autor, „sind offenbar nichts Anderes als dem Bedürfniss entsprechend vermehrte Bauch- und Beindrüsen etc. Ihr Bau entspricht im Wesentlichen dem jener Organe, beide werden gebildet aus zwei Zellen und einem nach kurzem Verlauf ampullenförmig anschwellenden und an dieser Stelle einen Kern zeigenden Ausführungsgang, und auch ihre Lage ist eine analoge, wenn wir bedenken, dass die Eitasche aus der Verwachsung von Beinwülsten entstand. Von den vier beschriebenen Lappen der Drüsen würden die kürzeren inneren den verschmolzenen Bauchdrüsen des 12. und 13. Segmentes, die längeren äusseren aber den verschmolzenen Beindrüsen derselben Segmente entsprechen. Nach Buchholz' Angaben

[1]) R. Buchholz, Branchipus Grubei. Schriften der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft in Königsberg 1866.

[2]) H. Nitsche l. c.

scheint Branchipus Grubei die ursprüngliche Form der Drüsen treuer bewahrt zu haben. Hier sind nämlich nicht, wie bei Branchipus stagnalis, je zwei Zellen von einer gemeinsamen Membran umhüllt, sondern jede Zelle ist wie an den Bein- und Bauchdrüsen für sich geblieben und erst die Ausführungsgänge der zwei Zellen haben sich mit einander vereinigt."

Diese Ausführung beruht jedoch lediglich auf einer a priori gefassten Vorstellung, für welche es der Autor auch gar nicht versucht hat, eine thatsächliche Unterlage zu gewinnen. Im anderen Falle würde er selbst bereits seinen Irrthum erkannt haben.

Abgesehen davon, dass der Bau der beiderlei Drüsen sehr beträchtlich differirt, indem zu der Bauch- und Beindrüsengruppe ausser dem Ausführungsgang drei, nicht zwei Zellen verwendet werden, sind die schalenbildenden Drüsen lediglich Producte der Uteruswand, welche sich als Wucherungen paariger Ausstülpungen an der Vorder- und Hinterwand des Uterus (Taf. XII, Fig. 1 bis 9) entwickeln. Die Bauch- und Beindrüsen entstehen dagegen als Ektoderm-Bildungen, auch sind Ueberreste der ersteren zwischen den Ganglien des ersten Genitalsegmentes an 3 bis 4 Mm. langen Larven wohl erhalten (Taf. V, Fig. 7), wie sich leicht constatiren lässt.

Die Richtigkeit der von mir gegebenen Zurückführung ergibt sich nicht nur aus Flächenbildern des Genitalabschnittes jüngerer und älterer Entwicklungsstadien, sondern wird mit Hilfe von Querschnitten ausser Zweifel gestellt. Zuerst (Taf. X, Fig. 1) sieht man die beiden Gliedmassenwülste der weiblichen Br. stagnalislarve bereits in medianer Vereinigung, jedoch das obere Paar noch nicht auf das zweite Segment herabgerückt, in der Tiefe schimmern die Ganglien beider Segmente (G' und G'') durch. Seitlich erscheinen die Ausführungsgänge mit der Ovarialröhre verbunden und medianwärts zu der zweihörnigen Uterusanlage vereinigt. Im zweiten Wulstpaare bildet sich die Anlage des unteren Uterusabschnittes mit dem zweiten hinteren Drüsenpaare (HD''), sowie die als Herabzieher des Uterus fungirenden Muskeln. An etwas älteren und grösseren Larven von Br. torticornis (Taf. X, Fig. 2 und 3) bildet das vereinigte vordere Wulstpaar einen bereits schwach gewölbten Vorsprung, welcher das nachfolgende Segment zu überwachsen begonnen hat und den vom Mesoderm desselben erzeugten unteren Uterusabschnitt mit der Anlage des zweiten hinteren Drüsenpaares (H Dr'') überdeckt. Zwischen beiden Wülsten entsteht dann vom Ektoderm aus

eine nur wenig vortretende Verdickung, welche in die Uterusanlage durchbricht und das Material für die Wandung der kurzen Scheide liefert.

An noch älteren etwa 6 Mm. langen Formen ist die Ueberwachsung vollendet, der vorspringende Genitalzapfen jedoch noch sehr kurz (Taf. X, Fig. 4, 5, 6). Zur Seite des von zwei Muskelkegeln getragenen Uterus heben sich die beiden bislang nicht näher beachteten Gänge (NS) ab, welche vom erweiterten Ende des Oviductes bis zur Basis des Genitalhöckers absteigen.

Zur Controle der aus Flächenbildern abgeleiteten Deutungen leisten Querschnitte durch das Genitalsegment dieser Stadien vortreffliche Dienste. An denselben erscheinen die Drüsenanlagen noch als Zellenwucherungen der Uteruswand (Taf. XII, Fig. 1 bis 3). Schärfer abgehoben und bereits als selbstständige Anhänge erweisen sich dieselben an etwas älteren Formen von 8 bis 9 Mm. Länge und zeigen bereits die charakteristische Gruppirung der beiden Drüsenzellen zu ihrem einzelligen Ausführungsgange, welche dann mit der fortschreitenden Grössenzunahme die bereits von früheren Autoren beschriebenen Eigenthümlichkeiten deutlicher erkennen lassen (Taf. XII, Fig. 4 bis 7). Im ausgebildeten Zustande sind es sehr grosse birnförmige Zellen, welche paarweise so aneinander liegen, dass sie sich an der Berührungsstelle abflachen und hier ihre ovalen, von Körnchen dicht umlagerten Kerne nahe aneinander rücken. Zu jeder Doppelzelle (Taf. XI, Fig. 13 a und Taf. XII, Fig. 11) gehört ein langgezogener Ausführungscanal, welcher nahe seinem Ende eine ansehnliche mit ovalem Kern erfüllte Anschwellung bildet und in der Regel selbstständig im Uterus einmündet.

Die ventrale an der Vorderwand des Uterus entstandene Drüsenmasse zerfällt wenigstens bei Br. stagnalis und torticornis in eine vordere und hintere Gruppe von Drüsenzellen. An den ebenfalls in einer vorderen und hinteren Gruppe sich wiederholenden Drüsen der dorsalen Aussackung sind die Zellen in der Weise geordnet, dass sie auf dem Querschnitt ein ringförmiges Zellenband bilden, in dessen Mitte die zahlreichen langgestreckten einzelligen Ausführungsgänge ihre Lage haben. In weiter vorgeschrittenem Zustand ist der Kranz von Doppelzellen unregelmässiger gestaltet (Taf. XII, Fig. 8, 9 H Dr), die Ausführungscanäle münden neben einander in den vorspringenden Abschnitt jeder Uterusausstülpung ein. Die das hintere oder dorsale Drüsenpaar aufnehmende zweizipflige Aus

stülpung [1]) scheint von den viel umfangreicheren vorderen Säcken nicht scharf abgesetzt, verlängert sich aber nach hinten zu einem wenn auch kurzen Behälter, so dass man auf dem Querschnitt hinter dem Uterus die Conturen eines zweiten, scheinbar selbstständigen Sackes erhält, in welchen die Drüsenzellen einmünden. Die Drüsengruppen der ventralen Uteruswand sind mehr flächenhaft in einer Ebene angeordnet, die kleinen zur Bildung der Ausführungsgänge verwendeten Zellen liegen an der Innenseite der grossen birnförmigen Drüsenzellen und münden getrennt in den distalen Abschnitt der ventralen Ausstülpung ein. (Taf. XII, Fig. 8, 9 V Dr.)

Die Ovarien, deren strangförmige Anlagen weit in das Larvenleben zurückreichen und viel früher als die ausführenden Gänge nachweisbar sind, verlaufen im Abdomen zu den Seiten des Darmes bis zum vorderen Ende des Genitalsegmentes, in welchem sie in die schräg absteigenden Oviducte einmünden. Ihr vorderes stark verjüngtes Ende erstreckt sich bei den näher untersuchten Arten über den Anfang der Oviducte hinaus, welche nicht als einfache Verlängerungen der Ovarialröhren, sondern als selbstständig angelegte Gänge entstanden sind (Taf. XI, Fig. 11, 12, 13, 14). Ueber den feineren Bau der Ovarien haben bereits Spangenberg und Nitsche berichtet, jedoch die Entwicklung nicht mit in Betracht gezogen und wohl aus diesem Grunde keine ganz richtige Beurtheilung geben können. An der Darstellung des erstgenannten Autors kann ich zunächst nicht für zutreffend finden, dass derselbe zwischen wahren Eizellen, deren Kern stets nur ein einziges Kernkörperchen enthalte, und Dotterbildungszellen oder Abortiveiern mit zwei und mehr Kernkörperchen unterscheidet. Ein solcher Gegensatz besteht thatsächlich überhaupt nicht, wenn auch mit der fortschreitenden Differenzirung des Ovarialinhaltes nicht sämmtliche Zellen des Keimlagers zur Eibildung verwendet werden. An Querschnitten durch Ovarien junger ($8^1/_2$ Mm. langer) Weibchen (Taf. XII, Fig. 12) findet man den seitlich comprimirten Ovarialstrang aus verschieden grossen Zellen des Keimlagers gebildet. Die kleinsten Zellen liegen in den verjüngten dorsalen und ventralen Theilen, die grössten in der Mitte, der Medialseite zugewendet.

[1]) Die Einmündung dieses hinteren, schon in den Jugendformen von 5 Mm. Länge angelegten Uterusanhanges scheint auch von Spangenberg gesehen, aber nicht verstanden worden zu sein. Derselbe beschreibt eine räthselhaft gebliebenen, scheinbar zweitheiligen dunklen Fleck in der tiefsten Spitze des Uterus, der vielleicht einem Receptaculum seminis entspreche.

Die Zellen des Keimlagers enthalten einen sehr spärlichen Protoplasmaleib im Umkreis des rundlich-ovalen Kernes, so dass das bekannte, bei Crustaceen so häufig beobachtete Bild wiederkehrt, als sei eine gemeinsame protoplasmatische Grundsubstanz von verschieden grossen Kernen dicht erfüllt. Im Umkreis dieses so gestalteten Lagers von Keimzellen findet sich eine scharf umgrenzte Hüllmembran, welcher hier und da ein kleiner, tangential gestellter Kern anzuliegen scheint. Der Ovarialstrang hat demnach eine zarte, wohl bindegewebige Hülle.

An Querschnitten durch das Ovarium grösserer, der Geschlechtsreife näher gerückten Weibchen erscheint das Verhältniss der Höhe zur Breite zu Gunsten der letzteren verändert und der laterale Theil des Zellenstranges mit dem kleinzelligen Material von Keimzellen erfüllt (Taf. XII, Fig. 13, 14). Peripherische Bindegewebszellen, beziehungsweise Kerne, vermochte ich an älteren Ovarien nicht mehr aufzufinden, so dass ich anfangs geneigt war, die zarte Hüllmembran als cuticulare Bildung der peripherischen Keimzellenlage zu betrachten. Das von Spangenberg auf der Oberfläche des Ovariums beschriebene Muskelnetz ist nach meinen Beobachtungen nicht vorhanden.

Der Inhalt des Querschnittes gibt über die Entstehung solcher Bilder Aufschluss, wie sie Nitsche beschrieben hat, über die Bedeutung des gewundenen Stranges von Eizellen, welcher die „innere und untere Hälfte der Eierstockslichtung“ einnimmt und aus welchem sich am oberen Abschnitte die zur Reife gelangten, hier reihenweise geordneten Eier entwickelt haben. Man sieht den medialwärts verdünnten, birnförmigen Querschnitt erfüllt von dichtgedrängten Zellen des Keimlagers, welche lateralwärts sehr klein sind und hier so dicht aneinander liegen, dass sich ihre Conturen schwer abgrenzen und der Anschein erweckt wird, als sei eine Ansammlung feinkörnigen Protoplasmas von einer grossen Zahl von Kernen dicht erfüllt. Hier ist offenbar die Brutstätte der jüngsten Eizellen, die nach der Medialseite an Umfang continuirlich zunehmen und mit dem fortschreitenden Wachsthum einen relativ mächtigeren Protoplasmaleib gewinnen. In der Peripherie bleiben die Zellen klein und gestalten sich insbesondere an der medialen und ventralen Seite des Ovarialstranges mit dem Auftreten eines die grösseren Eizellen aufnehmenden Lumens zu einem epithelähnlichen Wandbelag. Zur Bildung einer ventralen Zellensäule, die sich durch weitere Differenzirung in den gewundenen Zellenstrang verwandelt, kommt es überhaupt nicht, vielmehr ordnet sich die Zellenmasse des Stranges mit dem fortschreitenden Wachsthum durch Bildung

von Spalträumen in der Weise, dass in dorso-ventraler Richtung Columnen von Zellen auseinanderweichen, welche den Eindruck von einfachen oder doppelten, durch eine helle Zwischensubstanz gesonderten Zellreihen machen und im optischen Längsschnitt das Bild gewundener Zellenstränge bieten. Nach der Medialseite zu werden die Zellen dieser Columnen umfangreicher, zeigen jedoch ein ungleichmässiges Wachsthum, indem einzelne den anderen vorauseilen und nach Ablagerung von Dotterkörnchen, welche das Keimbläschen verdecken, als hüllenlose Eier in das der Medialwand anliegende Lumen eingedrängt werden.

Das Keimlager erstreckt sich somit über die ganze Länge des Ovariums und nimmt dessen laterale Wand ein, erschöpft sich aber zuerst in dem obersten Abschnitt, der in Folge dessen dünnwandig wird und dann mehr als Leitungsapparat dient. Von einem Gegensatz zwischen Nährzellen und Eizellen, wie ihn auch Nitsche, wohl durch die Angaben Spangenberg's über Abortivzellen veranlasst, annimmt, vermochte ich mich nicht zu überzeugen, muss denselben vielmehr entschieden bestreiten. Wenn auch zwischen den grösseren Eizellen einzelne kleinere Zellen zurückbleiben, so ist damit noch nicht ihre Bedeutung als Nährzellen der grösseren bewiesen, sondern weit eher die auf Kosten dieser unterdrückte Entwicklung wahrscheinlich gemacht. Ein Verhältniss, wie es nach Nitsche zwischen den grossen Eizellen und Strangzellen bestehen soll, der Art, dass jene als durch Production von Dotterkörnern gross gewordenen Strangzellen aus der Reihe der übrigen Strangzellen vorgeschoben, an mehreren kleinen, als Dotterbildungszellen fungirenden Strangzellen haften sollen, habe ich nicht bestätigen können, zumal ein solch einheitlicher Zellenstrang im Sinne der genannten Autoren in Wahrheit nicht existirt, vielmehr nur als künstliches Erzeugniss der Präparation [1]) betrachtet werden muss.

Die scheinbar complicirten Differenzirungen, welche sich im Inneren des Ovariums im Zusammenhang mit der ausserordentlichen Wucherung des Keimzellenlagers vollziehen, werden somit im Wesentlichen auf die Entstehung von Spalträumen zwischen den ungleich wuchernden Zellenmassen zurückzuführen sein. In ähnlicher Weise dürften auch die Eigenthümlichkeiten erklärt werden, welche W. Giesbrecht [2]) an dem Ovarium der Notodelphyiden so merk-

[1]) Vergl. Nitsche l. c. Fig. 9 und 10.

[2]) W. Giesbrecht, Beiträge zur Kenntniss einiger Notodelphyiden. Mittheilungen aus d. zool. Station zu Neapel. 1882, Heft 2.

würdig befunden und eingehend dargestellt hat. Vielleicht gehören in die gleiche Kategorie von Umgestaltungen die gewundenen Eizellenstränge aus den Ovarien der Siphonostomen, wie sie von mir für Caligus, Lernanthropus u. a. G. beschrieben wurden. Ob sich in diesen Fällen das Keimlager zuerst epithelial angeordnet hat, wie es für die Ovarialanlagen der Notodelphyiden zu sein scheint, und somit die Eier aus einem Epithel abzuleiten sind oder ob, wie es wahrscheinlicher ist, die epitheliale Anordnung überhaupt unterbleibt und die Eizellen direct auf selbstständig gewordene, zur Sonderung gelangte Zellen des Keimlagers zurückzuführen sind, erscheint erst in zweiter Linie von Bedeutung.

Im Gegensatze zu den Ovarien besitzen die Oviducte eine muskulöse Umkleidung ihrer Wand, welche ein hohes, scharf umgrenztes Epithel trägt. Vor seiner Einmündung in den Uterus erweitert sich jeder Oviduct zu einer bald klein bleibenden, bald sackförmig vergrösserten Blase, in welcher die noch schalenlosen Eier vor ihrem Uebertritt in den Uterus aufgenommen werden. Erst im Uterus erhält das Ei, welches in seiner Peripherie eine überaus zarte Dotterhülle gebildet hat, die dicke Schalenhaut, welche bereits v. Siebold als das Product der Drüsengruppen erkannt hat. Auch die Uteruswand ist von einem Epithelbelag ausgekleidet, welcher aus kleinen flachen Zellen besteht, und wird äusserlich von dem bereits bekannten Muskelnetz umspannt und durch muskulöse Suspensorien an der Körperwand befestigt. Die paarigen, an der Vorderwand und Hinterwand auftretenden Ausstülpungen, die den Querschnitt vierzipflig erscheinen lassen, nehmen die Ausführungsgänge der Drüsen auf.

Bei Br. torticornis erlangt der blasenförmige Endabschnitt des Oviductes keinen bedeutenden Umfang, entsendet jedoch nach abwärts einen langen Schlauch, dessen hohe Epithelialbekleidung bemerkenswerth erscheint. Dieselbe scheidet eine gerinnbare Substanz aus, welche die eintretenden Eier umlagert und um dieselben vielleicht eine Hülle bildet (Taf. XII, Fig. 10). Ich war längere Zeit im Zweifel, ob das untere Ende des letzteren blind geschlossen sei oder eine Oeffnung besitze, habe jedoch eine solche niemals finden können, obwohl ich nach einer solchen um so eifriger suchte, als ich den absteigenden Schlauch für den Befruchtungsweg zur Einfuhr des Spermas zu halten geneigt war. Da ich jedoch niemals Zoospermien im Inhalt desselben nachweisen konnte, musste ich jene Vorstellung aufgeben und im Anschluss an eine eigenthümliche Verschlussvorrichtung, welche der sackförmige Ovi-

ductabschnitt nach dem Uterus hin zeigt, nach einer anderen Deutung des offenbar mit den Nebensäcken anderer Branchipusarten gleichwerthigen Schlauches suchen.

Die Verbindung des Oviductes mit dem Seitenhorn des Uterus wird nämlich durch einen kurzen Abschnitt hergestellt, dessen hohes Säulenepithel einem hohen Polster vergleichbar in das Lumen vorspringt und dieses klappenartig verschliesst (Taf. XII, Fig. 15 Kl). Die äussere Muskelauflagerung erscheint dabei keineswegs besonders kräftig gestaltet und besteht aus Ringmuskeln, welche die Stelle der mehr longitudinal verlaufenden Muskelfasern der Oviductwand vertreten.

Die Bedeutung dieser Verschlusseinrichtung, die mir längere Zeit räthselhaft blieb, dürfte sich im Zusammenhang mit den Vorgängen der Begattung und des während derselben erfolgenden Eierübertrittes in den Uterus aufklären. Ueber diese Vorgänge hat schon Spangenberg für Br. stagnalis Beobachtungen mitgetheilt, die ich für Br. torticornis bestätigen kann.

Meinen Beobachtungen zufolge scheint aber nach jeder Eierablage, mit welcher der gesammte Uterusinhalt entleert wird, eine Begattung nothwendig zu sein, nicht nur um das erforderliche Sperma in den weiblichen Körper zu übertragen, sondern um die Ueberführung der noch schalenlosen Eier in den Uterus zu ermöglichen. Unterbleibt die Begattung, so bleiben die Eier in dem Oviduct und dessen Anhangssack zurück. Ich habe beispielsweise ein Weibchen von Br. torticornis fünf Tage lang mit strotzend gefülltem Nebensack des Oviductes und leerem Uterus beobachtet. Als ich dann zu dem isolirt gehaltenen Thiere ein Männchen zufügte, fand ich einen Tag nachher die blauen Eidotter in den Uterus übergetreten und von dem Secrete der Schalendrüsen übergossen. Wahrscheinlich ist die Ueberführung der Eiermassen aus dem Oviductsacke in den Uterusraum von einer intensiven angestrengten Action des enorm entwickelten Muskelapparates abhängig, diese aber vielleicht nur in Folge einer durch den Begattungsact gesteigerten Erregung auslösbar. An den Weibchen, deren Oviducte strotzend mit Eiern gefüllt sind, sieht man die gefaltete carmoisinrothe Wand des leeren Uterussackes sammt den Anhangsdrüsen von den zahlreichen muskulösen Suspensorien in lebhafter Bewegung auf- und abwärts gezerrt, ohne dass die Eier überzutreten vermögen. Soll der Uebertritt erfolgen, so muss der Widerstand der Verschlussvorrichtung durch intensive Bewegungen der Oviductmuskulatur überwunden werden. Andererseits aber wird jene die

Einführung von Zoospermien, welche während der Begattung in den Uterussack gelangen, in den Oviductraum unmöglich machen, in welchem sich niemals Samenzellen finden und wiederum hiermit im Zusammenhang wird die Befruchtung der Eier unmittelbar bei ihrem Uebertritt in den Uterus vor oder zugleich mit deren Umfliessung von dem Schalensecrete erfolgen müssen. Wäre dieselbe, wie ich längere Zeit vermuthete, in den Nebensäcken des Oviductes möglich, so würde hier eventuell die Furchung vor der Schalenbildung eintreten können und andererseits nicht für jede Eierlage ein besonderer Begattungsact nothwendig sein. Wenn wir nun die nahe verwandte Artemia salina vergleichen, welche bei so grosser Uebereinstimmung mit Branchipus durch ihre parthenogenetische Fortpflanzung abweicht, und dementsprechend ohne den Einfluss des Begattungsactes die Eimassen aus den Oviducten in den Uterussack übertreten lässt, so vermissen wir hier den bei Branchipus so ausgeprägten Verschlussabschnitt am Oviducte. Auch der Nebensack, in welchem sich die Eier aus dem Oviducte vor Uebertritt in den Uterus anhäufen, ist kein selbstständiger Anhang des Oviductes, sondern der erweiterte, schräg aufsteigende Endabschnitt des Oviductes (Taf. IX, Fig. 6, 7). Der Oviduct verläuft bei Artemia vom Vorderende des Ovariums absteigend in gerader Richtung bis zu einem seitlichen Vorsprung nahe am Ende des zweiten Genitalsegmentes und biegt hier in den durch Muskelstränge befestigten erweiterten Endabschnitt (N S) über, welcher wiederum schräg medianwärts emporsteigt, um unterhalb der lateral gelegenen Drüsengruppe an der Vorderwand des Uterus in diesen einzumünden. Diese vereinfachte Gestaltung des Leitungsweges, die übrigens möglicherweise bei den mir nicht bekannt gewordenen Weibchen der von Männchen begleiteten Generation modificirt sein könnte, weicht von den Branchipus-Weibchen ab und kann als ein Merkmal der Gattung Artemia verwerthet werden, welches vielleicht mit der parthenogenetischen Fortpflanzung im Zusammenhange steht.

An den männlichen Larven erfolgt die Ueberwachsung beider Gliedmassen an jeder Seite des Genitalsegmentes getrennt, und man überzeugt sich leicht an günstigen Objecten von 3 bis 4 Mm. Körperlänge (Taf. X, Fig. 8, 9), wie die mesodermale Zellenmasse des vorderen Gliedmassenpaares zum Samenleiter und dessen Muskelbekleidung wird. Derselbe erscheint zuerst mehr transversal, dann später mit dem Herabrücken des vorderen Wulstes nach dem zweiten Segmente schräg longitudinal gestellt und geht in den

stärker aufgetriebenen Endabschnitt des Leitungsweges über, welcher zum grössten Theile von einer Ektoderm-Einwucherung des zweiten Genitalwulstes erzeugt wird. Diese wächst dem Samenleiter entgegen, vereinigt sich mit demselben und bildet das vorstülpbare Begattungsrohr (Fig. 10). Die an dasselbe sich ansetzenden Muskeln (M') scheinen durchaus von Mesodermzellen gebildet zu werden. Der vordere Gliedmassenwulst des Genitalzapfens zeichnet sich bei vielen Arten, z. B. Br. Braueri (Taf. X, Fig. 14), stagnalis etc., durch den Besitz eines Hakenfortsatzes aus, welcher auch am ausgebildeten Thiere persistirt. Bei Br. torticornis ist derselbe überaus klein und daher leicht ganz zu überschen.

Die Verschiebung, welche das vordere dem ersten Genitalsegmente zugehörige Wulstpaar nach abwärts erfährt, wird auch an dem veränderten Lagenverhältniss desselben zu den beiden Ganglienpaaren des Doppelsegmentes erkannt. In den jüngeren Stadien liegen die Ganglien des zweiten Segmentes unterhalb der vorderen Wülste, welche zur Seite jenes Ganglions hervorwachsen und von demselben auch einen Nerven erhalten (Taf. X, Fig. 8, 9 N). Später erscheinen die Wülste unter das Niveau des zweiten Ganglions herabgerückt. Ganz ähnlich verhält es sich auch mit der Lagenveränderung bei der weiblichen Form, nur dass sich hier das zweite Ganglienpaar mit seinen beiden fast unmittelbar aneinander liegenden Quercommissuren hinter der Dorsalwand des Uterus versteckt, und der Beobachtung schwieriger zugängig wird.

Während sich die eben beschriebenen Veränderungen am Genitalsegmente vollziehen, erfährt die zweite Antenne im Gegensatze zu den Vereinfachungen der weiblichen Antenne Umgestaltungen, welche diese Gliedmasse zu einem ausgesprochenen Greiforgan tauglich machen. Zunächst — und das gilt für Formen beiderlei Geschlechtes — beginnt die Gliederung des Hauptastes unter gleichzeitiger Rückbildung der Schwimmborsten an beiden Aesten undeutlich zu werden. An Formen von $4^1/_2$ bis 5 Mm. sind (Taf. X, Fig. 15) die Borsten an beiden Aesten nahezu vollständig weggefallen, und der Nebenast ist auf einen kurzen, bald völlig verschwindenden Höcker, der Hauptast auf einen ungegliederten, schwach sichelförmig gekrümmten Ausläufer des Stammes reducirt. Während dieser letztere beim Weibchen zu einer einfachen breiten mit Tastborsten besetzten Platte (Taf. X, Fig. 7) wird, die nach Verlust des Nebenastes direct in den kurzen spitzen Fortsatz, den rudimentär gewordenen Hauptast, ausläuft, wächst beim Männchen am Ende des Stammes ein knospenförmiger Vorsprung hervor (Taf. XI, Fig. 1 F), neben welchem

der Hauptast (H) als schwach gekrümmter Hakenfortsatz persistirt. Der Nebenast wird auch in der männlichen Antenne völlig eingezogen. Später wächst der neugebildete Vorsprung rüsselförmig in die Länge (Taf. XI, Fig. 2 F), krümmt sich um und treibt an der Spitze zwei Fortsätze, welche sich zu den Armen einer Zange umgestalten (Taf. XI, Fig. 3 Z). Ferner tritt am Basalglied des Stammes, welches sich an der Ventralseite der Stirn mit dem homologen Glied der anderen Seite vereinigt, ein dorsaler Auswuchs (Fig. 3 Fr F) hervor, welcher später medianwärts mit dem der anderen Seite zu dem unpaaren sogenannten Stirnfortsatz verwächst.

Auf diese Weise gewinnt die männliche Antenne die für die Untergattung Streptocephalus charakteristische Gestaltung, die freilich wiederum, insbesondere nach der Form und Länge des Stirnfortsatzes in den einzelnen Arten [1]) zahlreiche Modificationen bietet. Aehnliche Umformungen erfahren auch die Jugendformen der übrigen Branchipusarten, und zwar unter Abänderungen, welche zur Aufstellung von Untergattungen (beziehungsweise Gattungen) benützt worden sind.

Bei den Chirocephalus-Arten bleibt der dorsale Fortsatz des Basalgliedes jederseits gesondert und wächst zu einem oft langen und geringelten, selbst fingerförmig gelappten Stirntentakel aus, während sich der Hauptast zu einem zangenförmigen Greifhaken umgestaltet (Ch. Braueri, (Taf. XI, Fig. 7, 8), Grubei, Carnuntanus (Fig. 9), australiensis).

Bei Branchipus s. str. (stagnalis) wächst der sogenannte Stirnfortsatz an jeder Antenne zu einem langen Tentakelfaden aus (Fig. 4, 5, 6 Fr F); der aus dem Hauptast gebildete Greifhaken (H) wird stabförmig gestreckt, und ein hakiger Fortsatz (Zf) wächst ähnlich wie auch bei den Chirocephalusarten am Medialrande des Stammgliedes hervor. Bei Brachinecta und Artemia kommt es gar nicht zur Entwicklung des Frontalanhanges, während das Stammglied einfach hakenförmig endet. Diese Antennenform bleibt der jugendlichen Gestaltung am nächsten.

Wesentlich sind also für die im Einzelnen ausserordentlich variirenden und zur Unterscheidung der Artengruppen verwerthbaren Greifantennen mehrere während des Wachsthums auftretende Fortsätze, neben welchen der aus dem rückgebildeten Hauptast hervor-

[1]) Vergl. Fr. Brauer, Beiträge zur Kenntniss der Phyllopoden. Sitzungsberichte der Wiener Akad. 1877.

gegangene terminale Greifhaken (H) für alle Arten constant ist und auch als Rudiment in Form eines spitzen Ausläufers am Ende des Stammes im weiblichen Geschlecht nachweisbar bleibt. Der an der Medialseite am Stammesende hervorwachsende Fortsatz (F), welcher zu einem langen rüsselförmigen, meist mehrfach umgeknickten Zangenträger werden kann, scheint nur bei den zur Untergattung Streptocephalus gestellten Arten aufzutreten. Allgemeiner ist der Stirnfortsatz verbreitet, welcher im Falle eines vorhandenen Zangenträgers meist zu einem unpaaren, kurzen und nur ausnahmsweise gegabelten Stirntentakel (Str. vitreus) auswächst. Fehlt der zum Zangenträger sich umgestaltende Fortsatz, so bleibt der Stirnfortsatz jederseits selbstständig und wächst entweder zu einem einfachen langen Stirntentakel aus (Branchipus) oder wird zu einem umfangreichen, mit warzen- oder fingerförmigen Auswüchsen versehenen, mehr oder minder gedrehten Anhang (Chirocephalus). In beiden Fällen tritt der mediale Fortsatz am Ende des Stammes hinzu, welcher dem selbst wiederum Auswüchse bildenden Greifhaken (H) als kurzer Zangenarm gegenüber steht.

Der Geschlechtsapparat des ausgebildeten Männchens ist nach Form und Lage bereits von den Autoren im Wesentlichen richtig beschrieben, wenn auch in der histologischen Darstellung mancherlei Lücken geblieben sind. Der schlauchförmige Hoden wiederholt genau die Lage des Ovariums in den mittleren und vorderen Abdominalsegmenten und biegt im oberen Abschnitte des Genitalsegmentes in den Samenleiter um. Indessen zeigt der vordere Theil des Hodens in seiner Structur bemerkenswerthe Abweichungen, welche bereits Nitsche bestimmten, denselben dem Samenleiter zu subsumiren. Indessen wird man correcter verfahren, denselben mit Rücksicht auf die Besonderheiten des feineren Baues und dementsprechend der Function als besonderen Abschnitt, etwa als Prostataabschnitt, zu unterscheiden, dessen Function in der Absonderung eines schleimigen Secretes besteht. Während der Hoden von den grösseren und kleineren Spermatoblasten erfüllt ist, welche in der Peripherie an der structurlosen Wand mehr oder minder deutlich nach Art eines Epithels angeordnet sind, nach dem Centrum zu bedeutend vergrössert und in lebhafter Theilung (unter Kernspindelbildung) begriffen, die kleinen im Lumen angehäuften Samenzellen liefern (Taf. XII, Fig. 16), findet sich an dem Prostataabschnitt eine epitheliale Umlagerung, welche nicht auf modificirtes Keimepithel zurückzuführen ist, und wohl einen mesodermalen Ursprung haben dürfte (Taf. XII, Fig. 18 Ep).

Die Zellen dieses Epithels sind viel umfangreicher als die Spermatoblasten, welche sie umlagern, erscheinen anfangs an der Uebergangsstelle des Hodens (Fig. 17) flach, werden dann aber kubisch (Fig. 18) und in dem weiter aufwärts gelegenen beträchtlich erweiterten Abschnitt hohe Cylinderzellen (Fig. 19), die an ihrer freien Fläche Secretballen absondern. Diese vertheilen sich zwischen den kleinen, aus dem Lumen des Hodenschlauches übergetretenen Samenzellen und erscheinen im Vas deferens des lebenden Thieres als helle glänzende Kugeln, deren Masse die der Spermazellen bedeutend überwiegt. Nach dem Samenleiter hin, dessen Wandung sich durch eine Bekleidung von Ringmuskeln auszeichnet und lebhaft peristaltische Contractionen ausführt, wird das Epithel wieder flacher und in diesem selbst zu einem Plattenepithel, welchem keine secretorische Function mehr zukommen dürfte. Da eine scharfe Grenze nicht besteht, könnte man den drüsigen Abschnitt auch als oberen Theil des Vas deferens unterscheiden und dieses mit Rücksicht auf die kräftigen Contractionen seiner Wandung als Ductus ejaculatorius bezeichnen. Bei allen Arten verläuft der Samenleiter, mittelst einiger Muskelgruppen an der Körperwand befestigt (Taf. X, Fig. 12, 13 M), unter mehrfachen Windungen zum röhrenförmigen Begattungsglied, welches in der Ruhe der ganzen Länge nach in sich eingestülpt ist.

Während der Ausstülpung wird das Vas deferens in den Raum der vortretenden Ruthe nachgezogen, so dass sein Endabschnitt im völlig umgestülpten Zustande fast bis zum Ruthenende reicht. In der Regel bildet das Endstück des Vas deferens eine kleine Erweiterung, die man als Samenblase unterschieden hat. Selten erscheint dieselbe, wie z. B. bei Br. Braueri und Grubei, von beträchtlicher Ausdehnung und schärfer abgesetzt, häufiger, wie bei Br. torticornis und stagnalis, ist dieselbe jedoch kaum als Blase erkennbar (Taf. X, Fig. 12, 13).

Das röhrenförmige Begattungsglied, der Entstehung nach eine Ektodermwucherung des zweiten Genitalwulstes, wird an seinem inneren, mit dem Vas deferens verwachsenen Ende von einem sehr langen Muskel an der Körperwand fixirt. Derselbe verläuft schräg an der Rückenfläche des vorderen Genitalsegmentes, mit dem der anderen Seite sich kreuzend, und tritt beim Vorstülpen des Gliedes zugleich mit dem Samenleiter, dem vorwärtsrückenden Befestigungspunkte folgend, in den Raum des hervortretenden Gliedes ein. Bei Br. torticornis ist dasselbe halbkreisförmig nach aussen

gekrümmt und mit zwei Reihen von Haken besetzt, welche im Ruhezustand ähnlich wie die Rüsselhaken des Echinorhynchus in das Lumen der Einstülpung zurücktreten. Auch bei anderen Branchipusarten kehrt der Besatz cuticularer Haken am Begattungsgliede wieder mit Modificationen in Zahl und Grösse derselben. Von diesen einziehbaren, offenbar zur Fixirung während des Begattungsactes dienenden Widerhaken ist ein meist grösserer Haken an der Basis des Begattungsgliedes wohl zu unterscheiden. Derselbe entspricht dem terminalen Hakenfortsatz des vorderen Gliedmassenwulstes und ist bei einzelnen Arten, wie z. B. bei Br. stagnalis, von ansehnlicher Grösse. Für diese Art wurde derselbe von Spangenberg ganz richtig dargestellt und keineswegs, wie Nitsche (welcher dies Gebilde mit den inneren Haken des Penisrohres confundirte) hervorhebt, als der durchbrochene Penis betrachtet. Bei Br. torticornis fehlt der basale Haken auch nicht, wird jedoch wegen seiner geringen Grösse leicht übersehen; dagegen ist hier noch ein flacher, etwas gekrümmter Kegelfortsatz an der lateralen Seite vorhanden (Taf. X, Fig. 12, 13), während bei anderen Arten abweichende Verhältnisse in der Penisgestaltung auftreten.

Am mächtigsten ist der Hakenbesatz am Begattungsgliede einer australischen Branchipusart entwickelt, welche von Richter[1]) freilich nur in ihren äussersten Umrissen als Br. australiensis beschrieben wurde.

[1]) F. Richters, Branchipus australiensis. Journal des Museums Godeffroy. Heft XII, Taf. III.

Verzeichniss der Literatur.

Balfour: Handbuch der vergleichenden Embryologie, übersetzt von Vetter. Tom I u. II. Jena 1880.

Berger E.: Untersuchungen über den Bau des Gehirnes und der Retina der Arthropoden. Arbeiten des zoologischen Institutes etc. Wien. Tom I. 1878.

Buchholz R.: Branchipus Grubei Dybowsky. Schriften der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft in Königsberg. 1866

Brauer Fr.: Beiträge zur Kenntniss der Phyllopoden. Sitzungsberichte der Wiener Akademie. 1877.

Braun M.: Ueber die histologischen Vorgänge bei der Häutung des Astacus fluviatilis. Arbeiten aus dem zoolog. Institut Würzburg. Tom II. 1875.

Carrière J.: Die Sehorgane der Thiere, vergleichend-anatomisch dargestellt. München und Leipzig 1885.

Claus C.: Zur Kenntniss des Baues und der Entwicklung von Branchipus stagnalis und Apus cancriformis. Göttingen 1873.

— Ueber die Entwicklung, Organisation und systematische Stellung der Arguliden. Zeitschr. für wiss. Zool. Tom. XXV. 1875.

— Zur Kenntniss der Organisation und des feineren Baues der Daphniden. Ebd. Tom XXVI. 1876.

— Untersuchungen zur Erforschung der genealogischen Grundlage des Crustaceensystems. Wien 1876.

— Zur Kenntniss des Baues und der Organisation der Polyphemiden. Denkschriften der k. Akademie. Wien 1877.

— Der Organismus der Phronimiden. Arbeiten des zoolog. Institutes etc. Wien. Tom II. 1879.

— Neue Beiträge zur Morphologie der Crustaceen. Arbeiten des zoolog. Institutes etc. Wien. Tom. VI. 1885.

Giesbrecht W.: Beiträge zur Kenntniss einiger Notodelphyiden. Mittheilungen aus der zool. Station zu Neapel. 1882.

Grobben C.: Die Entwicklungsgeschichte der Moina rectirostris. Zugleich ein Beitrag zur Kenntniss der Anatomie der Phyllopoden. Arbeiten des zoolog. Institutes etc. Wien. Tom II. 1879.

— Die Entwicklungsgeschichte von Cetochilus septentrionalis. Goodsir. Arbeiten aus dem zoolog. Institute etc. Wien. Tom III. 1881.

Grenacher H.: Untersuchungen über das Sehorgan der Arthropoden, insbesondere der Spinnen, Insecten und Crustaceen. Göttingen 1879.

Hickson Sydney J.: The Eye and Optic Tract of Insects. Quarterly Journal of Microscopical Science. 1885.

Joly: Histoire d'un petit Crustacé (Artemia salina). Annales des sciences natur. Ser. II. Tom XIII. 1840.

Klunzinger: Beiträge zur Kenntniss der Limnadiden. Zeitschr. für wiss. Zool. Tom XIV. 1864.

— Einiges zur Anatomie der Daphnien. Ebendaselbst.

Lankester E Ray: Skeleto-Trophic Tissues and Coxal Glands of Limulus, Scorpio and Mygale. Quarterly Journal of Microscop. Science. London 1884.

Leydig Fr.: Ueber Artemia salina und Branchipus stagnalis. Beitrag zur anatomischen Kenntniss dieser Thiere. Zeitschr. für wiss. Zool. Tom III. 1851.

— Naturgeschichte der Daphniden. 1860.

Nitsche H.: Ueber den Geschlechtsapparat von Branchipus Grubei. Zeitschrift für wiss. Zool. Tom XXV. Supplementband. 1875.

Packard A. S.: A Monograph of North American Phyllopod Crustacea. Washington 1883.

Pelseneer Paul: Observations on the Nervous System of Apus. Quarterly Journal of Microsc. Science. 1884.

Schmankewitsch Wladimir: Ueber das Verhältniss der Artemia salina zur Artemia Milhausenii und dem Genus Branchipus Schaeff. Zeitschr. für wiss. Zool. Tom XXV. 1875. Supplementband.

— Zur Kenntniss des Einflusses der äusseren Lebensbedingungen auf die Organisation der Thiere. Zeitschr. für wiss. Zool. Tom XXIX. 1877.

Spangenberg Fr.: Zur Kenntniss von Branchipus stagnalis. Zeitschr. für wiss. Zool. Tom XXV. Supplement. 1875.

— Bemerkungen zur Anatomie der Limnadia Hermanni. Ebend. Tom XXX. 1875.

— Ueber Bau und Entwickelung der Daphniden. Göttinger Gelehrten-Anz. 1879.

Tullberg Tycho: Studien über den Bau und das Wachsthum des Hummerpanzers und der Molluskenschalen. Stockholm 1882.

Weismann A.: Ueber Bau und Lebenserscheinungen von Leptodora hyalina. Zeitschr. für wiss. Zool. Tom XXIV. 1874.

Viallanes H.: Etudes histologiques et organologiques sur les centres nerveux et les organes des sens des animaux articulés. I. Le ganglion optique de la langouste. II. Le ganglion optique de la Libellule. Annales des sciences natur. Sér. VI. Tom XVII. 1885.

Zaddach E. G.: De apodis cancriformis Schaeff. anatome et historia evolutionis. Dissertatio inaug. etc. Bonnae 1841.

Erklärung der Abbildungen.

Bedeutung der Buchstaben.

Ant.' Antennen des ersten Paares.
Ant." Antennen des zweiten Paares.
AD. Afterdarm.
ADr. Antennendrüse.
AG. Antennenganglion.
Bk. Bindegewebskern.
Bz. Bindegewebszelle.
Cer. Gehirn.
Cer.[1] Secundäres Gehirn.
Dk. Darmcanal.
Ekt. Ektoderm.
Ent. Entoderm.
F. Fettkörper.
Fr. Frontalorgan.
Fz. Fettzelle.
G. Ganglion.
GA. Ganglion-Anlage.
Glw. Gliedmassenwulst.
GO. Augenganglion.
Gz. Ganglienzelle.
H. Herz.
HA. Herzanlage.
H Dr'. Hintere schalenbildende Drüse des ersten Paares.
H Dr." Hintere schalenbildende Drüse des zweiten Paares.
M. Muskel.
Md. Mandibel.
Mes. Mesoderm.
Mes S. Mesodermstreifen.
Mx. Maxille.
N. Nerven.
NDr. Nackendrüse. (Nackenschild).
NS. Nebensack des Oviductes.
Nz. Nackenzellen.
O. Auge.
Od. Oviduct.
Oe. Oeffnung.
OL. Oberlippe.
Ov. Ovarium.
P. Penis.
Sl. Schlund.
S. Sehne.
S. Dr Speicheldrüsen.
Sbl. Samenblase.
SC. Schlundcommissur.
St. O. Stirnauge.
T. Hoden.
Tz. Terminalzelle.
U. Uterus.
V. Dr. schalenbildende Drüse an der Vorderwand des Uterus.
V. M. Ventrales Myomer.

Taf. I.

Fig. 1—9. Querschnitte durch den Leib einer Branchipuslarve im Nauplius-stadium. Die Zeichnungen sind mittelst der Oberhäuser'schen Camera Hartn. Syst. V bei ausgezogenem Tubus ausgeführt.

Fig. 1. Querschnitt durch den hinteren Leibesabschnitt einer Branchipus-larve im Naupliusstadium. Die Mesodermlage (Mes.) noch einschichtig.

Fig. 2. Querschnitt durch die Gegend des späteren ersten Beinsegments, unter derselben Vergrösserung. GA. Anlage des Ganglions. HC. Höhlung des Herzens, dessen Wand noch nicht vom Mesodermstreifen gesondert ist.

Fig. 3. Querschnitt durch die Maxillarregion und Oberlippe.

Fig. 4. Querschnitt durch das Mandibelsegment und dessen Ganglion, welches noch dem Ectoderm anliegt. SDr. Speicheldrüsen der Oberlippe.

Fig. 5. Querschnitt durch den Schlund und Oberlippe in der Gegend des Antennenganglions. AG. Antennenganglion.

Fig. 6. Querschnitt durch die Basis der Oberlippe und Schwimmfussantennen, SC. Schlundcommissur, AD. Antennendrüse, Dk. Darm.

Fig. 7. Querschnitt durch das hintere Ende des Gehirns vor dem Ueber-gang in die Hirnschenkel oder Quercommissuren.

Fig. 8. Querschnitt durch die mittlere Gegend des Gehirns an der Basis der vorderen Antenne.

Fig. 9. Querschnitt durch das vordere Ende des Gehirns in der Scheitelgegend. GO. Augenganglion. NZ. Nackenzellen.

Fig. 10. Hinterleibsende einer 0·7 Mm. langen Branchipuslarve. TZ. Die beiden Terminalzellen. AD. Afterdarm. MS. Mesodermstreifen.

Fig. 11. Dasselbe von einer 0·9 Mm. langen Larve.

Taf. II.

Fig. 1. Branchipuslarve von 0·8 Mm. Körperlänge von der Bauchseite dargestellt. Ant.' Vordere Antenne. AM. Muskel derselben. Ant.'' Schwimmfussantenne mit Muskeln. Lt Levatores der Oberlippe. LDr. Die 3 Drüsenzellen der Oberlippe. MdT. Mandibeltaster mit Kaustück und Borste an demselben. Mxg.' Mxg.'' Die Ganglien der Maxillenpaare. GA. Ganglienanlagen der Beinsegmente. Dk. Darmcanal. VM. Ventrale Stammmuskeln. AD. Afterdarm.

Fig. 2. Ganglienanlage in vorgeschrittenerem Zustand, mit den Quercommissuren, von der Bauchseite gesehen. Medialwärts von der zuerst angelegten, nach hinten vorspringenden Masse treten Gruppen von Ganglienzellen mit der vorderen und hinteren Quercommissur hervor.

Fig. 3. Die Anlage des 7.—11. Beinpaares einer 1·5 Mm. langen Larve mit Rücksicht auf die einwuchernden Mesodermmassen und die ventrale Lappenbildung. GA. Anlagen der Ganglien.

Fig. 4. Die letzten Somiten nebst Furcalstück einer 1·4 Mm. langen Larve. 15 S. 15. Somit, 16 S. 16. Somit. Knz. Knospungszone des Mesoderms. Gz' Gz.'' Die Ganglienzellen am Darm. Tz. Die beiden seitlichen Zellen im Afterstücke. Kb. Kothballen.

Fig. 5. Dorsalansicht der hinteren Somiten einer 2 Mm. langen Larve (linke Körperhälfte). HA. Anlage der 16. Herzkammer am Dorsalende des 16. Somiten. KnZ. Knospungszone, das 19. und 20. Somit enthaltend.

Fig. 6. Die hinteren Somiten einer 2·15 Mm. langen Larve, von der Bauchseite dargestellt. (Rechte Hälfte.) Hinter dem 19. Segment findet sich als Rest der Knospungszone noch die Anlage eines 20. Somiten, die später rückgebildet wird. V. Tb. Ventrale Tastborsten am 15. und 17. Segment.

Fig. 7. Die vorderen Abdominalsegmente einer 2·3 Mm. langen Larve mit den zugehörigen Gliedmassenwülsten (Glw.' und Glw.'') und Ganglienanlage (GA.). D. Tb. Dorsale Tastborsten. Auch das 7. ventrale Tastborstenpaar des 19. Segmentes ist vorhanden.

Fig. 8. Mandibelfortsatz am Basalglied der Naupliusgliedmasse. B. Borste an demselben.

Taf. III.

Fig. 1. Bindegewebszellen, welche während der Segmententwicklung einer 1·65 Mm. langen Artemia sich vom Mesoderm loslösen und mit ihren Ausläufern am langen Afterdarm (AD.) sich befestigen. Rmz. Ringmuskelzellen.

Fig. 2. Querschnitt durch ein in der Entwicklung begriffenes Thoracalsomit einer Branchipuslarve. GlA. Gliedmassenanlage im Ectoderm.

Fig. 3. Querschnitt durch die Mitte der Maxillarregion und die Schalendrüse einer 1·3 Mm. langen Branchipuslarve. Ao. Aorta. DrS. Drüsensäckchen, Drk. Drüsencanal. G. Ganglion. DM. Dorsaler Stammmuskel. VM. Ventraler Stammmuskel. Mx. Maxille.

Fig. 4. Querschnitt durch die hintere Partie der Maxillarregion derselben Larve. Oe Oeffnung des Drüsenganges der Schalendrüse (SDr.). Hg. Mediane Hypodermiswucherung zum Ansatz der absteigenden Muskelbündel. Mx.'' Zweite Maxille.

Fig. 5. Stück eines Querschnittes durch ein beintragendes Segment einer 1 Mm. langen Larve mit noch ectodermaler Lage des Ganglions und der Anlage der Bauchdrüse (BDr.).

Fig. 6. Querschnitt durch das in der Gliederung begriffene Bein und das zugehörige Segment derselben Larve. HW. Herzwand. BrP. Branchialplatte. BrS. Branchialsäckchen. DS. Dorsallappen (Anssenast). BL. Basallappen (Stamm). ML. Mittellappen. VL. Ventrallappen (Innenast).

Fig. 7. Querschnitt durch ein Thoracalsegment eines jugendlichen $8^1/_2$ Mm. langen Branchipus unter schwacher Vergrösserung. Man sieht die von Stützfasern der Hypodermis getragenen Bindegewebszüge (S), welche die absteigenden Muskelbündel des Segments (p) und die ventralen der Gliedmasse (b') verbinden. N. Längscommissur. H. Herz.

Fig. 8. Querschnitt durch das 4. Abdominalsegment derselben Form. Sp. Bindegewebige Septalplatte. Ov. Ovarium.

Fig. 9. Die in der Bildung begriffene Herzkammer des 17. Segment, sowie die Anlagen der 18. nnd 19. noch an den Somiten des Mesoderms haftenden Kammern einer circa 1·7 Mm. langen Larve. Mz. Muskelzellen. Bz. Bindegewebszellen.

Fig. 10. Die 3 hinteren Herzkammern einer circa $2^1/_4$ Mm. langen Branchipuslarve von der Rückenseite aus gesehen. Mk. Kerne der Muskelzellen. B. Bindegewebskerne. BS. Bindegewebige Suspensorien. Ost. Ostien der Herzkammer. DTb. Dorsale Tastborsten des 18. nnd 19. Segmentes.

Fig. 11. Seitentheil zweier aufeinanderfolgenden Kammern eines jugendlichen Branchipus, von der Rückenseite aus. Man sieht die Querstreifung der Fibrillen. Ost. Ostien mit den kernhaltigen Klappen.

Fig. 12. Querschnitt durch das Herz und die umgebenden Organe. Präparat nach Osmiumbehandlung nnd Carmintinction. Int. Integument. Rmk. Kerne der Ringmuskeln am Darm. Blz. Blutzellen im Lumen des Herzens.

Taf. IV.

Fig. 1. Kopf nnd erstes Thoracalsegment einer jungen 7 Mm. langen Artemia von der Rückenfläche aus gesehen. L. Lebersäckchen. FrO. Frontalorgan. Im Mandibelsegment sieht man die dorsalen Muskeln dieser Gliedmasse (a, b) und in der Tiefe durchschimmernd den gemeinsamen transversalen Sehnenbausch der vorderen Muskelgruppe und die quer durchgehenden hinteren Mandibelmuskeln. Ao. Aorta. SDr. Schalendrüse. DM. Dorsales Metamer des ersten Brustsegments, in das reducirte Metamer der Maxillarregion übergehend.

Fig. 2. Kopf einer jungen Artemia vom Rücken aus betrachtet, etwas stärker vergrössert. Die Richtung des Blutstromes durch Pfeile angedeutet. Cer. Gehirn. O. Augenstiel. Fz. Fettzellen.

Fig. 3. Blutzellen von Artemia im lebenden Zustand unter starker Vergrösserung (Hartn. Oc. 3, Obj. IX) dargestellt.

Fig. 4. Die beiden Gruppen der Nackenzellen einer Branchipuslarve, von der Rückenseite des lebenden Thieres dargestellt. Dieselben (Nz) liegen hinter dem Stirnauge dicht vor der Begrenzung der Nackenscheibe nnd sind je in einem convergirenden Bündel von Connectivfasern suspendirt.

Fig. 5. Schalendrüse von Branchipus torticornis mit der absteigenden in das vordere Beinsegment eintretenden Schleife, welche bei Artemia fehlt. Bl. L. Blutlacunen zwischen dem Integumente und den an dasselbe und unter einander durch Connectivfasern verbnndenen Schleifen.

Fig. 6. Ein Ganglienpaar der Branchipuslarve mit den anliegenden Bauchdrüsen. Dz. Drüsenzelle. Nz. Nebenzellen. Ag. Ausführungszelle. N', N''. Die aus dem vorderen und hinteren Abschnitt des Ganglions austretenden Nerven.

Fig. 7. Die Ganglien des Genital-Doppelsegments derselben Larve mit dem Rudiment der Bauchdrüse am vorderen Ganglion (G'). Ganglion des 2. Genitalsegmentes mit ihrer sehr dünnen hinteren Commissur. G''' Ganglienanlage des nachfolgenden Segmentes. BDr. Bauchdrüse. Ganglienrudiment des 3. Abdominalsegmentes. Gw', Gw''. Die Gliedmassenwülste des Genital-Doppelsegments.

Fig. 8. Beindrüse im Stammglied eines Branchipusbeines. b, b', b''. Die stärkeren Borsten am Innenrand (die langen Schwimmborsten sind nicht dargestellt). Dz. Drüsenzelle. Nz. Die Nebenzellen. Ag. Ausführungszelle. Dr'. Kleine Drüse.

Fig. 9. Beindrüse eines jugendlichen Branchipus.

Taf. V.

Fig. 1. Maxillarregion der Artemia, von der Bauchseite dargestellt, mit besonderer Berücksichtigung der Ganglien, Nerven und Muskeln. OL. Oberlippe. M. Seitlich absteigende Muskeln der vorderen Maxillen. LM. Längsmuskel. QM. Quermuskeln innerhalb derselben. Mx''. Maxillen des zweiten Paares. Mdg., Mx'g., Mx'' g. Ganglien der Mandibeln, der ersten und zweiten Maxillen. B'g. Ganglion des ersten Beinpaares. N. Nerven. H. Md. M. Hintere Gruppe der Mandibel-Musculatur.

Fig. 2. Vordere Kopfpartie einer jungen Artemia, von der Bauchseite gesehen, etwas schwächer vergrössert. SO. Sinnesorgan der Kolbenzellen, am Stirnfeld die Ventralseite des Stirnauges bedeckend. A''M. Muskeln der weit getrennten Stirnhörner. DrR. Rest der Antennendrüse, der noch im ausgewachsenen Thiere nachweisbar bleibt. Fz. Fettzellenstrang. N. Nerven der Tastborsten. Cer. Hinterrand des Gehirns, unter welchem oberhalb des Oesophagus (Oes) das Blut ventralwärts in der Richtung der Pfeile herabströmt. Zu den Seiten des Stirnauges sieht man zwei Gruppen von Connectivfasern des Endoskelets dargestellt. L. Levator der Oberlippe.

Fig. 3. Kopf einer Branchipuslarve von kaum 2 Mm. Länge, von der Bauchseite dargestellt. Man sieht an der Oberfläche des Gehirns und unterhalb des Stirnauges die ersten Kolbenzellen mit spiculaähnlichen Einlagerungen. FrO. Frontalorgan. OM. Der transversale gemeinsame Augenmuskel. A'N. Nerv der ersten Antenne. LO. Levator der Oberlippe.

Fig. 4. Gehirn einer 3 bis 4 Mm. langen Larve von Branchipus von der Ventralseite gesehen, mit dem guirlandenförmigen Halbringe von Sinneszellen. VL. Vorderlappen. AL. Antennenlappen. CK. Centralkörper. G. Gz. Grosse Ganglienzellen am Hinterrande. A'N., A''N. Die Nerven der Antennen und der Stirnhörner.

Fig. 5. Die Kolbenzellen des medianen Sinnesorganes der Stirnfläche, circa 300fach vergrössert.

Fig. 6. Querschnitt (Frontalschnitt) nahe der Vorderfläche, durch die Stirnhörner eines ausgewachsenen Weibchens von Branchipus torticornis. SF. Sinnesfeld mit den Kolbenzellen zwischen dem Gerüst von Connectivfasern. ZwF. Zwischenfeld der rechten und linken Antenne mit Connectivfaserzügen. Fz. Fettzellen. Schwache Vergrösserung.

Fig. 7. Querschnitt durch die Mitte der Stirnhörner und der betreffenden Kopfgegend. Man sieht die gemeinsame transversale Sehnenscheibe des Endoskelets mit den sich anheftenden Muskelgruppen (M). Oberhalb derselben Gruppen von Kolbenzellen, der Anschnitt des medianen Gehirnvorsprungs und das Stirnauge. A'. Antennen. A''. Stirnhörner.

Fig. 8. Endstück des Bauchstranges eines jungen Branchipus torticornis. Rechte Hälfte, von der Bauchseite dargestellt. G15S. Rudimentäres Ganglion des 15. Segmentes. Vb15S. bis Vb17S. Ventrale Tastborsten des 15. und 17. Segmentes. Gz. Ganglienzellen unter dem Integument. Db16S., Db18S. bis Db19S. Dorsale Tastborsten des 16., 18. und 19. Segmentes. Mz. Muskelzellenstrang. M. Muskelzug in das Afterstück.

Taf. VI.

Fig. 1. Schräger Querschnitt durch das Antennensegment einer Branchipuslarve. DrS. Endsäckchen der Antennendrüse. Sg. Schleifengang. Oe. Oeffnung derselben. SC. Schlundcommissur. A''M. Transversaler Antennenmuskel. Oes. Oesophagus. DM. Dorsalwärts absteigender Antennenmuskel.

Fig. 2. Querschnitt dicht hinter der Antennendrüse. RM. Ringmuskel des Oesophagus. SC Schlundcommissur.

Fig. 3. Schräger Querschnitt durch die Basis der Oberlippe mit dem Lippenring (Lr.) und den beiden hinter dem Schlunde gelegenen dicht aufeinanderfolgenden Quercommissuren des Antennen-Ganglions (GA''). Das Bild ist aus drei aufeinanderfolgenden Schnitten zusammengesetzt.

Fig. 4. Nachfolgender Schnitt durch das Ganglion am Lippenring (LG.). Md. Mandibel. Fz. Fettzellen in der Oberlippe.

Fig. 5. Schräger Schnitt durch die Mandibeln und Oberlippe eines $8^1/_2$ Mm. langen Branchipus torticornis. MdG. Mandibelganglion. Man sieht die mit Härchen besetzten Erhebungen zwischen der Mandibel und an der Oberlippe im Vorraum des Mundes.

Fig. 6. Hypopharynx (Hp) und Epipharynx (Ep) stärker vergrössert.

Fig. 7. Querschnitt (dorsoventral) durch die vordere Gehirnpartie eines jungen ($8^1/_2$ Mm. langen) weiblichen Branchipus. Bk. Bindegewebskerne, Gz. Centralwärts vorgeschobene Ganglienzellen der Hirnrinde.

Fig. 8. Ein solcher durch die mittlere Gegend vor dem Ursprung des Sehnerven. DGl. Dorsale Ganglienlager. VGL. Vorderer ventraler Lappen. CK. Centralkörper.

Fig. 9. Querschnitt in gleicher Richtung durch die hintere Gehirngegend, welcher den Opticus (NO) und Antennennerven (NA') getroffen hat. (Vergl. Taf. V, Fig. 5.) AL. Antennenlappen.

Fig. 10. Querschnitt durch das Frontalorgan und das Stirnauge einer 1·2 Mm. langen Branchipuslarve. Pk. Die zwei ventralen Kernhlasen des Pigmentkörpers. Cz. Centralzelle des Frontalorgans. GF. Gehirnfortsatz zum Frontalorgan.

Fig. 11. Ventralansicht des Stirnauges und Frontalorganes einer circa 3 Mm. grossen Branchipuslarve von der Ventralseite dargestellt. HZ. Hypodermiszellen. N. Medianer Nerv, welcher die unpaare ventrale Gruppe von Nervenzellen versorgt. N'. Die beiden seitlichen Nerven der dorsalen Seitengruppen. M. Muskel..

Fig. 12. Dorsalansicht des Stirnauges einer circa 2 Mm. langen Branchipuslarve. Nz. Die beiden Zellengruppen des Nackenorganes. Dl. Dorsallappen des Gehirnes, hinter denen der gemeinsame transversale Augenmuskel (Mt.) verläuft.

Taf. VII.

Fig. 1. Querschnitt durch das Gehirn und Seitenauge einer 1·2 Mm. langen Branchipuslarve in der Gegend der Nervenzellen (Nz). Zeichnung mittelst Camera. Cer. Primäres Gehirn. Cer'. Secundäres Gehirn (Dorsallappen und Augenganglion). Ret. G. Retinaganglion. Nb. Nervenhündelschicht. Kz. Knospungszone.

Fig. 2. Linkes Auge eines jungen Branchipus nach dem lebenden Thiere von der Bauchseite dargestellt. GO. Augenganglion in der Knospungszone mit dem Retinaganglion vereint. Der Zellenhelag an der Vorderfläche breitet sich dorsal und ventralwärts über den Kegel der Marksubstanz aus, dessen Hinterfläche schwach eingekrümmt erscheint. Cf. Connectivfasern. Mt. Gemeinsamer transversaler Augenmuskel.

Fig. 3. Rechtes Auge derselben Larve nach dem lebenden Thiere von der Rückenfläche aus dargestellt. FO. Frontalorgan. Dl. Rechter Dorsallappen des Gehirns. M'. M''. Die beiden schrägen Augenmuskeln.

Fig. 4. Schräger Horizontalschnitt durch das Gehirn und Auge eines ausgewachsenen Branchipus, schwach vergrössert. Kz. Faserkreuzung im Augenganglion. Nb Nervenbündelschicht. RetG. Retinaganglion.

Fig. 5. Längsschnitt durch die Retina eines ausgewachsenen Branchipus. Hartn. Syst. IX, Oc. 3. Nb. Proximaler Abschnitt der Nervenbündelschicht. Gz. Nervenzellschicht (sog. Körnerschicht) des Retinaganglions. Bm. Grenzmembran zwischen beiden. Rs. Reticuläre Schicht (des Retinaganglions). Bk. Bindesubstanzkerne in dem bindegewebigen Fasergerüst.

Fig. 6. Die Bindesubstanz aus dem Retinaganglion isolirt dargestellt.

Fig. 7. Längsschnitt durch den Pigment- und lichtbrechenden Abschnitt des Auges, unter gleich starker Vergrösserung. Nb. Proximaler Abschnitt der Nervenbündelschicht. Mb. Basalmembran. Nst. Schicht der Nervenstäbe oder Retinulae. K. Fünfttheilige Terminalkolben derselben mit den eingeschlossenen Kernen. Kr. Krystallkegelzellen. Hy. Hypodermis und corneale Cuticula.

Fig. 8. Querschnitte durch die Krystallkegelzellen. a. Oberflächliche Einstellung unterhalb der Cuticula. Im Umkreis der viertheiligen Krystallkegel liegen die interstitiellen Kerne der Hypodermiszellen. b. Etwas tiefere Einstellung. Die 6seitigen Felder sind die Zellen der Krystallkegelzellen. c. Tiefe Einstellung der viertheiligen Elemente unterhalb der Krystallkegel mit den zwischenliegenden Bluträumen. Hartn. Syst. IX, Oc. 3.

Fig. 9. Querschnitte durch die fünftheiligen Stäbe. a Durch die vordere noch ziemlich pigmentfreie Zone, in welche die Enden der Krystallkegelzellen eingesenkt liegen, mit den Kernen der Retinulazellen. b Tieferer Querschnitt durch tiefe Schicht mit der Pigmenthülle der Rhabdome.

Fig. 10. Längsschnitt durch das Auge einer etwa 3 Mm. langen Branchipuslarve.

Fig. 11. Schräger Verticalschnitt durch das Auge und Gehirn eines noch sehr jungen Apus cancriformis. Vh. Vorhöhle des Auges. Kz. Knospungszone. Bz. Bindegewebszone zwischen Augenganglion und Retinaganglion. Zeichnung mittelst Camera. Schwache Vergrösserung.

Fig. 12. Medialer Theil des Schnittes stark vergrössert, um die Lage der Hypodermiszellen (Hz) oberhalb der Krystallkegelzellen zu zeigen. Klz. Krystallkegelzellen.

Fig. 13. Nervenbündel und Sehstäbe eines grösseren Apus in ihrem Zusammenhang. Mb. Baselmembran.

Taf. VIII.

Fig. 1. Antennen- und Mandibel-Region einer Artemialarve, vom Rücken aus betrachtet, etwa 150fach vergrössert. NS. Rand des Nackenschildes. DrS. Säckchen der Antennendrüse. Die dorsalen Muskelgruppen der Antennen und Mandibeln sind bereits im Beginn der Rückbildung. a. vordere, b. hintere Muskelgruppe, α, β. schräg absteigende Muskeln. (Vergl. Taf. IX, Fig. 2 und 3.) VM. Die 2 hinteren ventralen Muskeln der Mandibeln. S. Intermusculare Sehne der als Adductoren der Kieferladen wirkenden Kaumuskeln, aus der Tiefe durchschimmernd. Md. Mandibel. MdF. Mandibelfuss.

Fig. 2. Kopf einer Branchipuslarve vom Rücken betrachtet unter derselben Vergrösserung, um den Verlauf der dorsalen Muskeln der Antennen und Mandibeln, sowie die Lage der Antennendrüse anschaulich zu machen. Linksseitig sind die Fettzellen (Fz.) unter dem Nackenschild, rechtsseitig die des Mandibelsegmentes eingezeichnet. K. Concremente im Schleifengang der Schalendrüse. Buchstaben wie in Fig. 1.

Fig. 3. Etwas schräg gehaltener Querschnitt durch den Kopf oberhalb des Mandibelsegmentes. Man sieht die Ausbreitung der Endoskeletplatte (ESk) mit ihren Pfeilern und Spangen, welche mittelst Connectivfasern, beziehungsweise der Basalmembran am Integument befestigt sind. A'M. Insertion des grossen Herabziehers der ersten Antenne. SC. Schlundcommissur. Oes. Oesophagus. M. Dilatatoren desselben. Fz. Fettzellen. Bs. Blutsinus in der Verlängerung der Aorta.

Fig. 4. Querschnitt durch die mediane Sehne (S.) und die Adductoren der Mandibel in der vorderen Gegend des Mandibelsegments. KR. Kaurand. J. Ventrales Integument zwischen den Kieferplatten der Mandibel.

Fig. 5. Schnitt durch das Integument des Stirnhornes eines männlichen Branchipus. Cu. Cuticula. HyZ. Hypodermiszellen bei beginnender Chitinisirung. M. Muskelfibrillen. Hartn. Syst. IX, Ocul. 3.

Fig. 6. a. und b. Schnitte durch den Fadenanhang der männlichen Stirnhörner. Bm. Basalmembran. Hartn. Syst. IX, Oc. 3.

Fig. 7. Querschnitt durch den Vorderrand der Mandibel. Die Chitinogenzellen sind in Faserbalken umgewandelt, zwischen denen sich Reste des Protoplasmas mit den zugehörigen grossen Kernen finden. Vergrösserung wie Fig. 6.

Fig. 8. Schnitt durch das Rückenintegument des Antennensegments mit vorgeschrittener Chitinisirung der Hypodermiszellen und deren Basalmembran. L. Lücken in dem chitinisirten Gewebe, hier und da Blutzellen enthaltend. Vergrösserung wie Fig. 7.

Fig. 9. Ein ähnlicher Schnitt unter schwacher Vergrösserung.

Fig. 10. Gewebe der Zwischensehne der Mandibelmuskeln von einem jungen Branchipus. Hartnack Syst. IX, Ocul. 3.

Taf. IX.

Fig. 1. Die medialen Muskeln des Beinstammes von Artemia. VM. Ventrales Myomer zur Seite des Ganglions. VC. Vordere Commissur. HC. Hintere Commissur. Z. Zapfenförmiger Vorsprung des Integuments zwischen beiden Commissuren. BDr. Beindrüse. a'. a''. Die beiden vorderen schräg absteigenden Muskeln. b'. Der hintere transversale Muskel.

Fig. 2. Die lateralen Muskeln der grossen Maxille und der linksseitigen Beine der beiden ersten Brustsegmente von Artemia, von der Aussenseite dargestellt. SDr. Schalendrüse. Mx'. Maxille. a. Die vordere Gruppe von transversalen Muskelbündeln. b. Die in gleicher Richtung verlaufende hintere Gruppe. α. Der vom voransgehenden Segmente schräg zur vorderen Gruppe absteigende Muskel. β. Der schräg absteigende Muskel der hinteren Gruppe. γ. Nach der Medianlinie des Segmentes convergirende tiefe Muskeln.

Fig. 3. Lateralmuskeln der Extremität eines der folgenden Segmente.

Fig. 4. Anlagen der beiden Genitalgliedmassen G'w. G''w. von Artemia. GA. Anlage der vorderen zugehörigen Ganglien.

Fig. 5. Die drei vorderen Abdominalsegmente einer jungen weiblichen Artemia, in seitlicher Ansicht. Die Genitalwülste sind bereits zum Genitalsack verwachsen, in gleicher Weise ist die Bildung des Uterus mit seinen Anhangsdrüsen, sowie der Oviducte vollendet. Ov. Ovarium. DM. Dorsales Myomer. VM. Ventrales Myomer. Od. Oviduct. Ut. Uterus. VDr. Vordere Eischalen-bildende Drüse an der Vorderwand des Uterus. HDr''. Eischalen bildende Drüse an der Hinterwand des unteren Uterusstückes. Tb. Dorsale Tastborste. M. Transversaler Muskel. M'. Schräg aufsteigender Muskel. M''. Muskelband, welches vom ventralen Integument aus den Darm umgreifend zum Rückengefäss zieht und zugleich mit den Pulsationen des Herzens schwingt.

Fig. 6. Genital-Doppelsegment einer etwas älteren Artemia schräg ventralwärts dargestellt. NS. Der dem Nebensack von Branchipus entsprechende Endabschnitt des Oviductes. Sin. Sinusartige Auftreibung an der Seite des Doppelsegmentes. HDr'. Eischalen-bildende Drüse an der Hinterwand des vorderen Uterusabschnittes. Oe. Oeffnung des Eierbehälters. Die übrigen Buchstaben wie in Fig. 5.

Fig. 7. Genitalsack einer nahezu ausgewachsenen Artemia von 12 Mm. Länge, schräg von der Bauchseite dargestellt. Der Uterus (Ut.) hat noch keine Eier aufgenommen. Mn. Muskelnetze, welche den Uterus und die untere schalenbildende Drüse aufwärts ziehen.

Taf. X.

Fig. 1'. Die beiden Genitalsegmente mit den zugehörigen Gliedmassenwülsten einer 3 Mm. langen weiblichen Larve von Branchipus torticornis, von der Ventralseite dargestellt. Ut. Uterusanlage.

Fig. 1. Dieselben einer gleichgrossen Larve von Br. stagnalis. (Zeichnung aus dem Jahre 1874.)

Fig. 2. Mittelstück derselben Segmente einer 4 Mm. langen Larve von Br. torticornis mit weiter differenzirtem Genitalapparat. Der vereinigte Gliedmassenwulst des ersten Paares springt bereits mächtig vor.

Fig. 3. Dasselbe einer 5 Mm. langen weiblichen Larve bei tieferer Einstellung. Von den Schalendrüsen sind nur die der Rückenwand des Uterus zu sehen.

Fig. 4. Genitalanlage eines 6 Mm. langen Weibchens, schwächer vergrössert. Man sieht die Drüsenausstülpungen an der vorderen und hinteren Wand des Uterus. Die Ueberwachsung Seitens des vorderen Gliedmassenwulstes ist vollendet. Die Ganglien sind nicht dargestellt.

Fig. 5. Dieselbe unter stärkerer Vergrösserung von einem $6^1/_2$ Mm. langen Weibchen bei tieferer Einstellung.

Fig. 6. Dieselbe im Profil dargestellt.

Fig. 7. Antenne einer weiblichen Form von 6 Mm. Länge.

Fig. 8. Genitalsegment einer 3 Mm. langen männlichen Larve von Br. torticornis.

Fig. 9. Die Gliedmassenwülste derselben stärker vergrössert. Cu. Einwucherung des Hautskelets. Vd. Vas deferens. N. Nerv.

Fig. 10. Dieselben der linken Seite mit den zugehörigen Ganglien und den an die Cirrus-Anlage tretenden Muskeln (M).

Fig. 11. Profilansicht der drei vorderen Abdominalsegmente eines 4 Mm. langen Männchens. T. Hoden. Tb. Tastborsten. Ci. Vorstülpbarer Cirrus.

Fig. 12. Profilansicht des Genitalsegments eines jungen, etwa 10 Mm. langen Männchens. Ausser den drei Muskelgruppen, welche sich an das Vas defcrens anheften, sieht man den mächtigen Retractor (R) des Cirrus und den hinteren und unteren Cirrusmuskel.

Fig. 13. Dasselbe von einem ausgewachsenen Männchen, unter starker Loupenvergrösserung. F Fettkörper. Dk. Darmkanal.

Fig. 14. Genitalsegmente einer $3^1/_2$ Mm. langen männlichen Larve von Br. Braueri. (Aeltere Zeichnung aus dem Jahre 1874.)

Fig. 15. Die Schwimmfussantenne derselben, in der Rückbildung der Borsten begriffen. (Aeltere Zeichnung.)

Fig. 16. Genitalsegment eines 6 Mm. langen Männchens von Br. carnuntanus (Josephinae). S. Bl. Samenblase. (Aeltere Zeichnung.)

Fig. 17. Profilansicht desselben. (Aeltere Zeichnung.)

Taf. XI.

Fig. 1. Kopfhorn-Greifantenne einer $5^1/_2$ Mm. langen männlichen Larve von Br. torticornis. B. Basalglied. St. Stamm. H. Der nach Verlust der Schwimmborsten zu einem Haken umgestaltete Hauptast. F. Terminaler warzenförmiger Vorsprung. M. Muskeln. N. Nerven. Sh. Sinneshaare.

Fig. 2. Dieselbe Gliedmasse eines 8 Mm. langen Männchens. T. Der zu einem cylindrischen Anhang ausgewachsene Fortsatz.

Fig. 3. Kopf mit der zur Greifantenne umgestalteten Gliedmasse eines 10 Mm. langen Männchens von Br. torticornis. A'. Sinnesantenne. Z. Zange am Ende des bereits eingebogenen cylindrischen Fortsatzes F. FrF. Frontalfortsatz der Greifantenne. Oc. Stirnauge. Md. Mandibel.

Fig. 4. Greifantenne eines jungen 7 Mm. langen Männchens von Br. stagnalis im Profil. Buchstabenbezeichnung wie in Fig. 1 und 3. Zf. Zaugenfortsatz am Innenrande des Stammgliedes.

Fig. 5. Kopf eines etwas älteren Männchens von der Rückenseite dargestellt. Die Greifantenne (A") der rechten und linken Seite median vereint.

Fig. 6. Die Greifantenne von der Ventralseite dargestellt.

Fig. 7. Greifantenne eines 6 Mm. langen Männchens von Br. Braueri.

Fig. 8. Dieselbe eines etwas grösseren Männchens.

Fig. 9. Greifantenne eines jungen Männchens von Br. carnuntanus.

Fig. 10. Abdomen mit dem Brutsack eines ausgewachsenen Weibchens von Br. torticornis im Profil dargestellt, schwach vergrössert. Vag. Vagina.

Fig. 11. Genitalsegment nebst den beiden nachfolgenden Abdominalsegmenten eines jungen Weibchens von Br. carnuntanus. NS. Nebensack am Ende des Oviductes zur Seite des Uterus.

Fig. 12. Abdomen eines ausgewachsenen Weibchens, schwach vergrössert. Schalendrüsen der Vorder- und Hinterwand des Uterus sind mit diesem in den Brutsack herabgerückt.

Fig. 13. Vordere Hälfte des Genitalsegmentes eines jungen Weibchens von Br. stagnalis im Profil. Od. Der sackförmig erweiterte Oviduct. Ov. Ovarium. GOe. Genitalöffnung.

Fig. 13'. Theil einer Drüsengruppe der hinteren Uteruswand isolirt.

Fig. 14. Genitalsegment eines jungen Weibchens von Br. Braueri in seitlicher Ansicht. Der Oviduct ist wie bei Br. stagnalis sackförmig erweitert und enthält drei reife hüllenlose Eier.

Taf. XII.

Fig. 1. Querschnitt durch den oberen Abschnitt der Uterusanlage eines $5^1/_2$ Mm. langen Weibchens von Br. torticornis. N. Durchschnitt durch den Endtheil des zweiten Ganglienpaares. HDr. Anlage der hintern oder dorsalen, VDr. die der vordern oder ventralen Schalen-bildenden Drüsen. Ausstülpungen der Uteruswand. Od. Oviduct. Zeichnung mittelst Camera. Hartn. Obj. 5, eingez. Tub.

Fig. 2. Querschnitt durch den mittleren Abschnitt des Uterus und die beiden seitlichen Gänge. Ut. Uterus. Zeichnung mittelst Camera unter ders. Vergrösserung.

Fig. 3. Querschnitt des unteren Abschnitts des Uterus mit der Anlage des zweiten Paares der hinteren Schalendrüsen HDr". M. Muskelzellen. Zeichnung mittelst Camera unter ders. Vergrösserung.

Fig. 4. Querschnitt durch die obere Partie des Uterus eines $8^1/_2$ Mm. langen Weibchens von Br. torticornis. Die Ausstülpungen der Uteruswand lassen eine peripherische und centrale Zellenmasse unterscheiden, von denen jene die grossen

Zellen der Schalen-bildenden Drüsen, diese deren Ausführungsgänge bilden. Dk. Darmwand. Zeichnung mittelst Camera. Hartn. Obj. 5, eingez. Tub.

Fig. 5. Querschnitt durch die mittlere Gegend des Uterus unter gleicher Vergrösserung. D Seitengang oder Nebensack.

Fig. 6. Querschnitt durch die untere Gegend des Uterus unter derselben Vergrösserung. Die Verlängerung der hinteren Drüsengruppe (Drp') ist getroffen, daher scheinbar ohne Zusammenhang mit der Uteruswand.

Fig. 7. Querschnitt durch den kegelförmigen Fortsatz des Brutsacks bei gleicher Vergrösserung. Der ausführende Abschnitt des Uterus (Ag.) durch dorsale und ventrale Spindelzellen suspendirt.

Fig. 8. Querschnitt durch den oberen Theil des Uterus, sowie der Oviducte eines geschlechtsreifen Weibchens. Man sieht die Einmündung des Oviductes mittelst eines kurzen sphincterähnlichen Abschnittes (Sph.), dessen verdickte Wand ein sehr hohes Epithel trägt. Die Schalen-bildenden Drüsen münden in die ventralen und dorsalen Hörner des Uterussackes ein. Zeichnung mittelst Camera. Hartn. Obj. 2.

Fig. 9. Querschnitt durch den mittleren Theil des Uterus desselben Weibchens. D. Die absteigenden Seitengänge oder Nebensäcke des Uterus.

Fig. 10. Querschnitt eines Seitenganges unter starker Vergrösserung. Hartn. Obj. 5. Camera lucida.

Fig. 11. Doppelzelle aus der dorsalen Gruppe der Schalen-bildenden Drüsen mit Ausführungsgang und Einmündung in das Uterushorn.

Fig. 12. Querschnitt durch das Ovarium eines 8 Mm. langen Weibchens. Dk. Darmkanal.

Fig. 13. Derselbe durch das Ovarium eines grösseren, jedoch noch nicht ausgewachsenen Weibchens, noch ohne reife Eier. Man sieht die Klüftung im Innern des Keimlagers. m. mediale, l. laterale Seite.

Fig. 14. Querschnitt durch das Ovarium eines etwas älteren Weibchens. An der medialen Seite haben sich die Zellen des Keimlagers epithelartig angeordnet. An der Innenseite desselben treten die grösseren Eizellen (Ez.) in das Lumen ein.

Fig. 15. Die Verschlussklappe zwischen dem sackförmig erweiterten Oviduct und dem Seitenhorn des Uterus. RM. Ringmuskeln derselben. Kl. Klappenförmig vorspringendes Epithelpolster. Dz. Drüsenzellen des Oviductepithels. LM. Längsmuskeln im Oviduct. Pr. Schleimpfropf, welcher die Oeffnung des Oviductes verschliesst.

Fig. 16. Zellen aus dem Hoden. Hartnack Obj. VII. Camera lucida. Spz. Spermatoblasten. Die grösseren Zellen schicken sich zur Theilung an. Ksp. Solche mit Kernspindeln, Sz. Samenzellen.

Fig. 17. Querschnitt aus dem oberen Ende des Hodens an der Uebergangsstelle in den Prostataabschnitt.

Fig. 18. Querschnitt durch den Anfangstheil des Prostataabschnitts mit relativ flachem Epithel (Ep.).

Fig. 19. Querschnitt durch den drüsigen Abschnitt desselben mit hohem Cylinderepithel und schleimigen Secretballen. Hartn. Obj. V. Camera lucida-Zeichnung.

Corrigenda.

Pag. 16 Zeile 22 von oben statt Seewasser: Salzwasser.
Pag. 42 „ 1 „ „ „ sind homologe Bildungen: homologe Bildungen sind.

 Druck von Gottlieb Gistel & Comp. in Wien. I., Augustinerstrasse 12.

Fig. 1

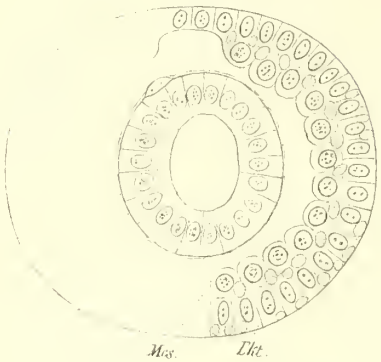


Fig. 2

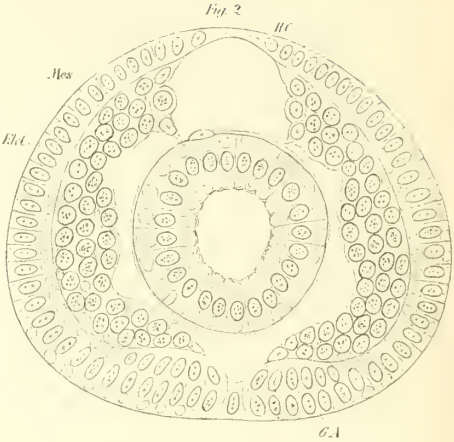


Fig. 6

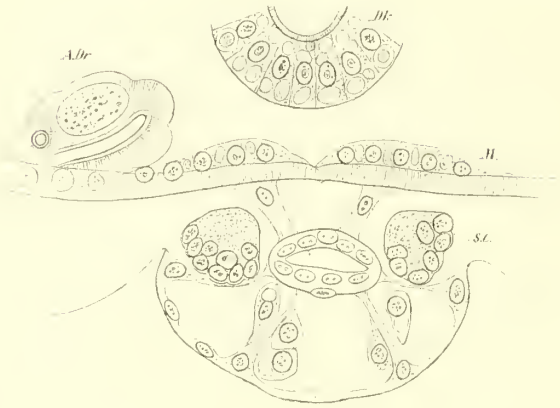


Fig. 8.

Fig. 9

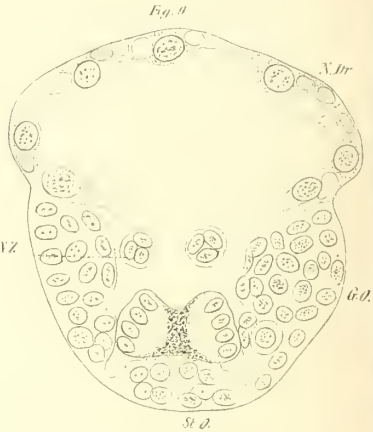
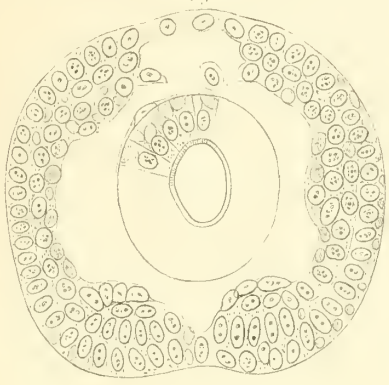


Fig. 7

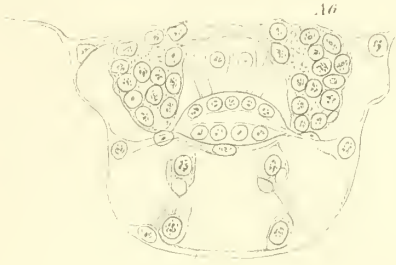
Verlag v. Alfred Hölder, k.k. Hof-

Fig. 3



6A

Fig. 5



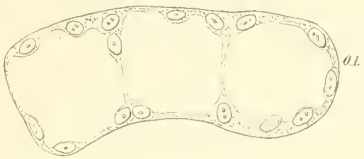


Fig. 11

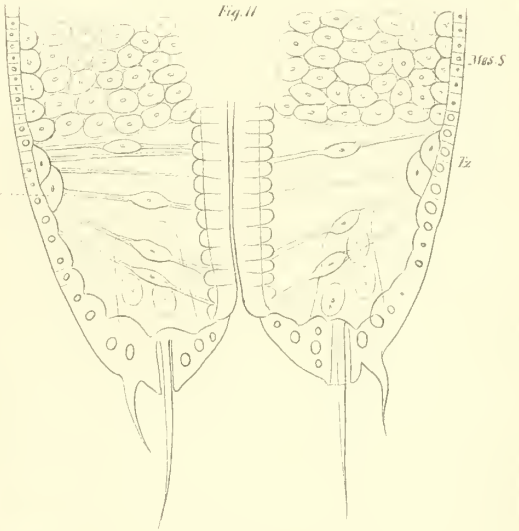
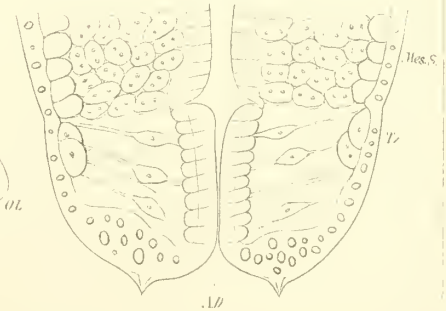


Fig. 9.

Fig. 10.



Universitäts-Buchhandlung in Wien.

Fig. 1

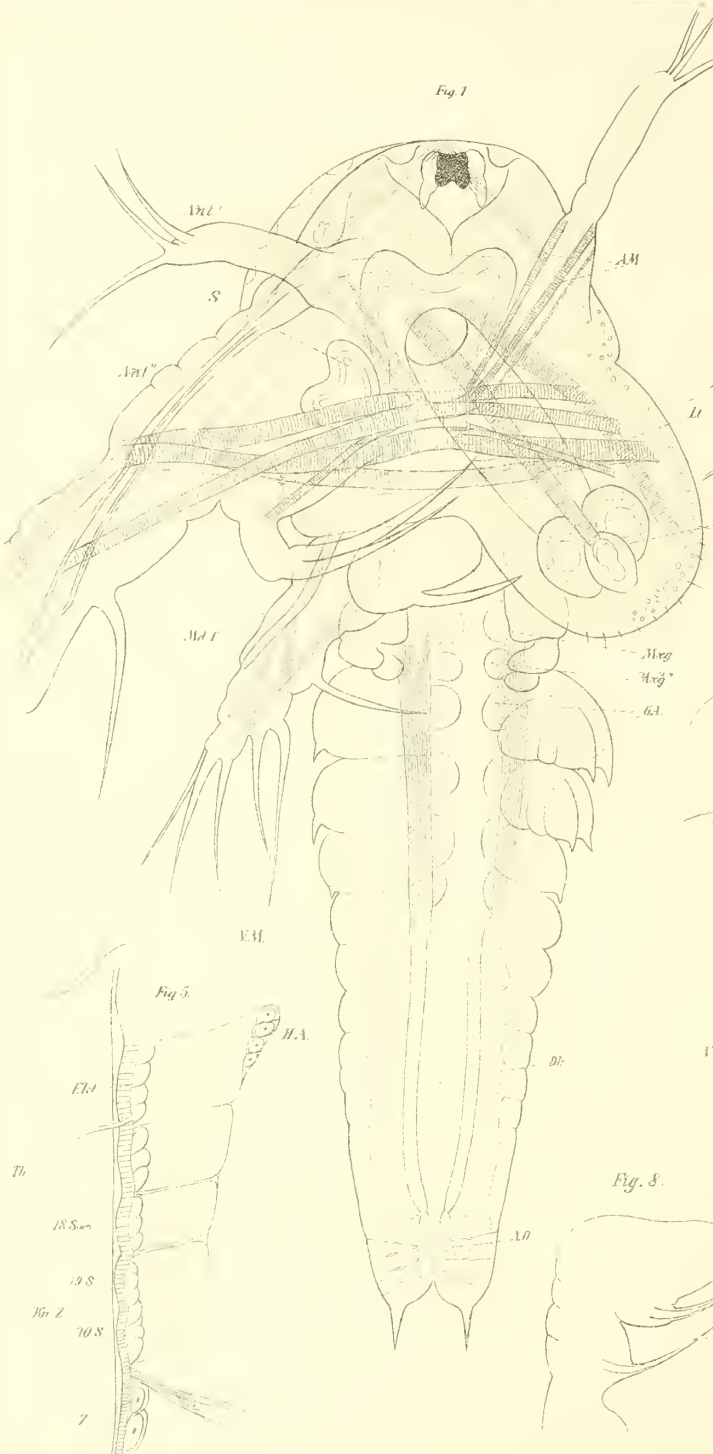


Fig. 6.

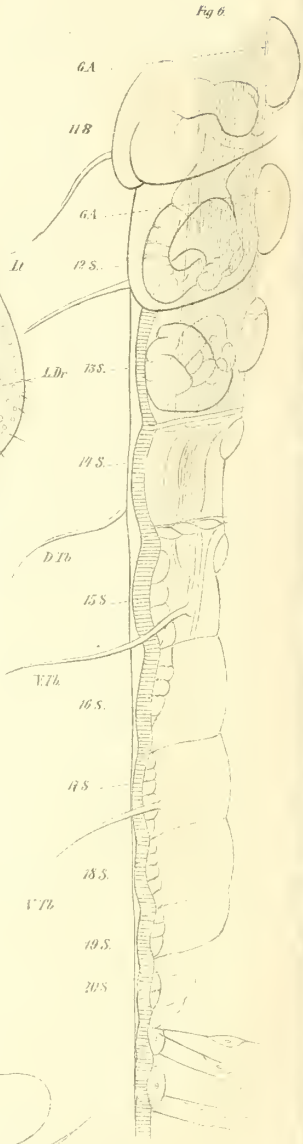
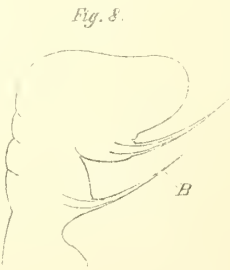


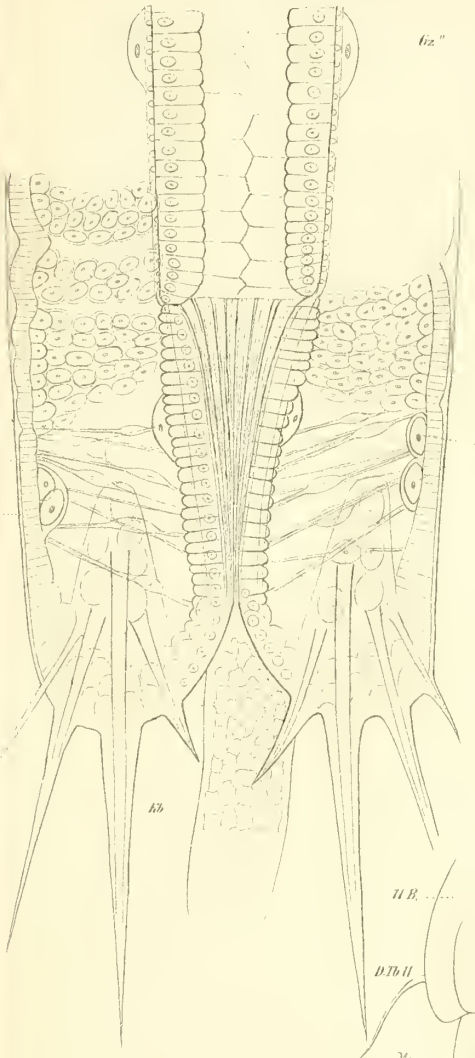
Fig. 5.

Fig. 8.



Verlag v. Alfred Hölder, k.k. Hof-

Fig. 4.



Gz''

Fig. 3

6A

7B.

8B.

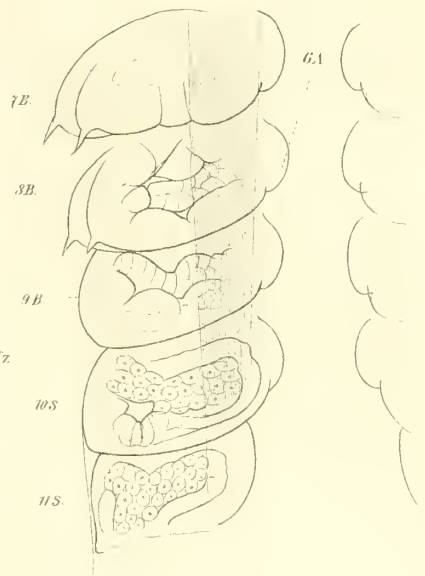
9B

10S

11S.

Kb

Fig. 7



11B.

D.Tb 11

Mz

D.Tb 12

D.Tb 14

V.Tb 15

6A

Gl w'

6A

Gl w''

6A

6A

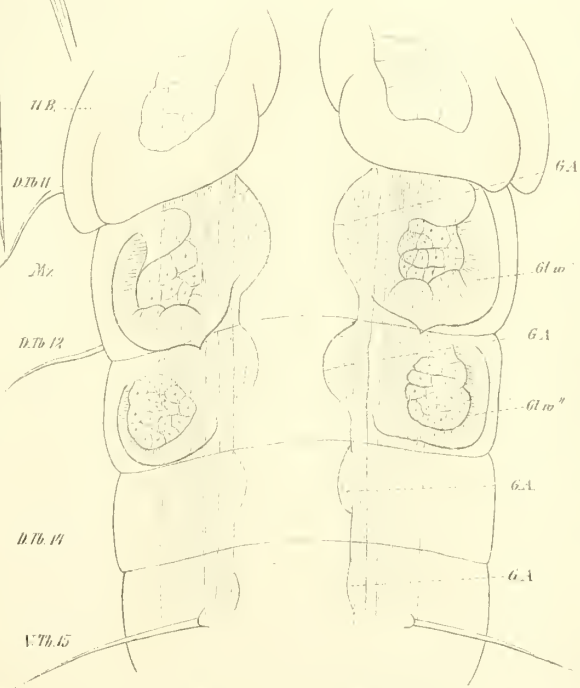
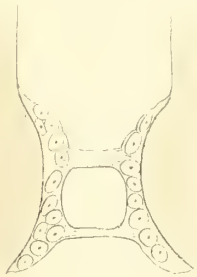


Fig. 2



Hof-u. Universitäts-Buchhandlung in Wien.

Lith. Anst. Ch. Reisser & M. Wörthner in Wien

Fig. 4.

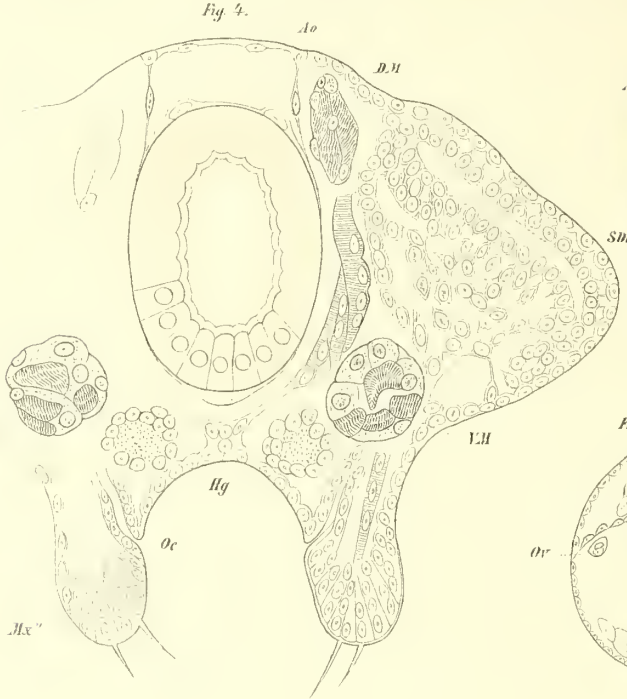


Fig 1.

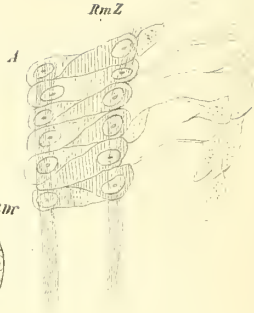


Fig. 8.

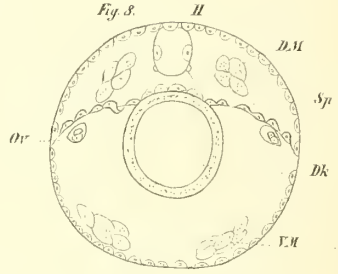


Fig. 5.

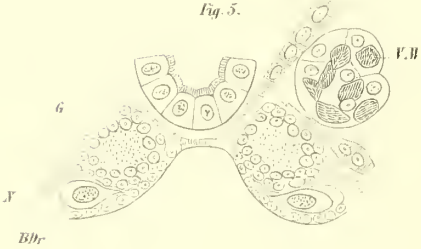


Fig. 3.

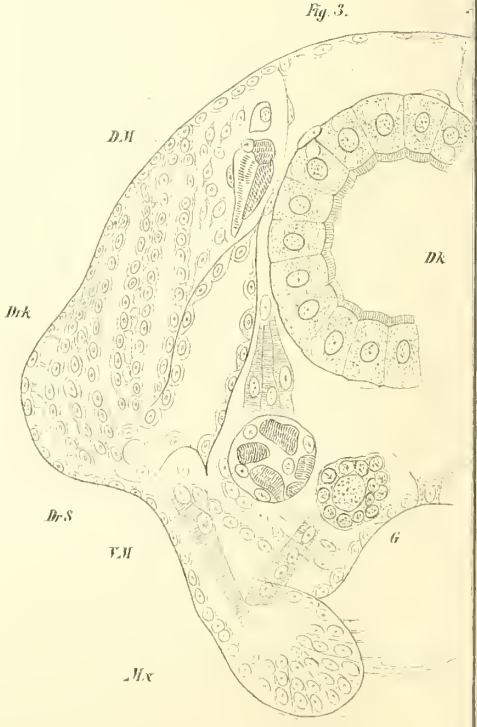
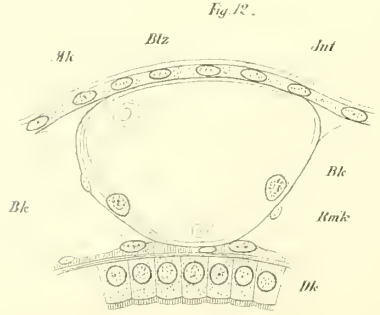


Fig. 12.



Verlag v. Alfred Hölder, k.k. Hof-u

Fig. 2.

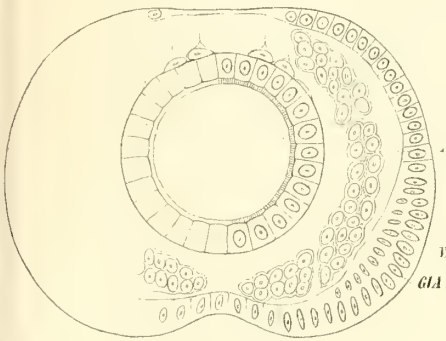


Fig. 6.

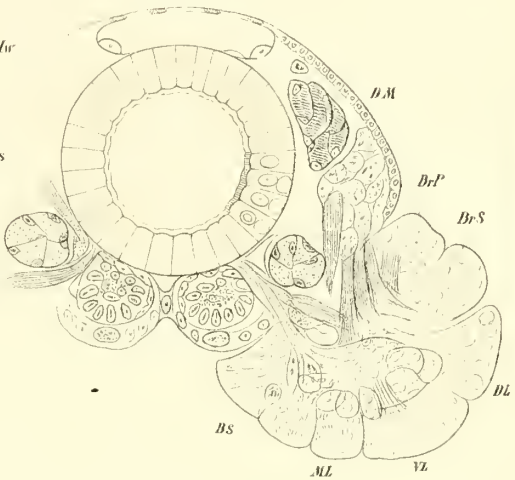


Fig. 7.

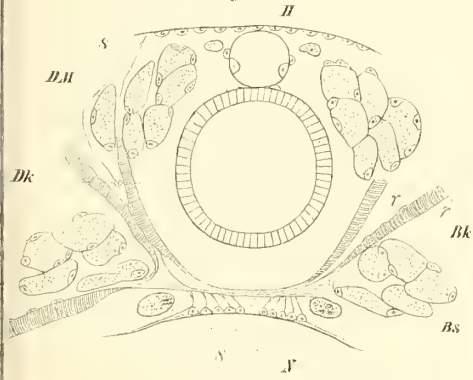


Fig. 10

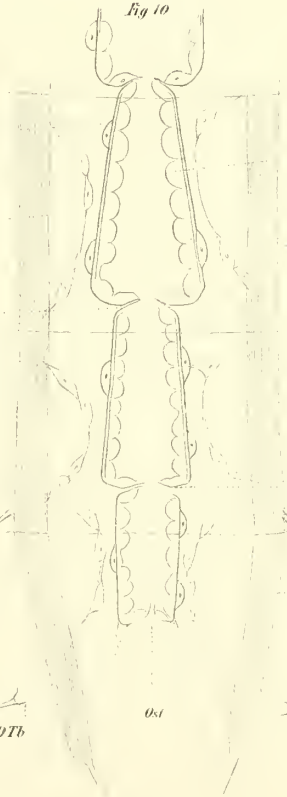


Fig. 11.

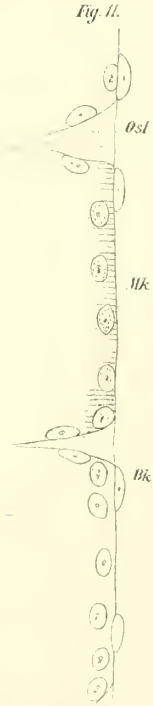
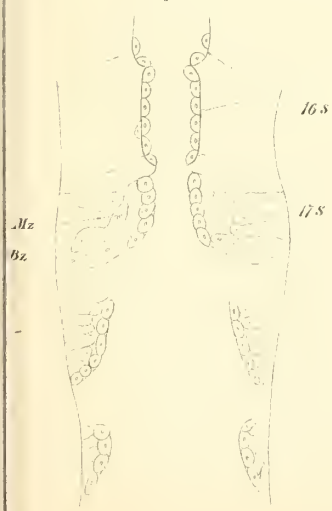


Fig. 9.



Hof- u. Universitäts-Buchhandlung in Wien.

Lith. Anst. Ch. Reisser & M. Werfbnur, Wien.

Fig. 1.

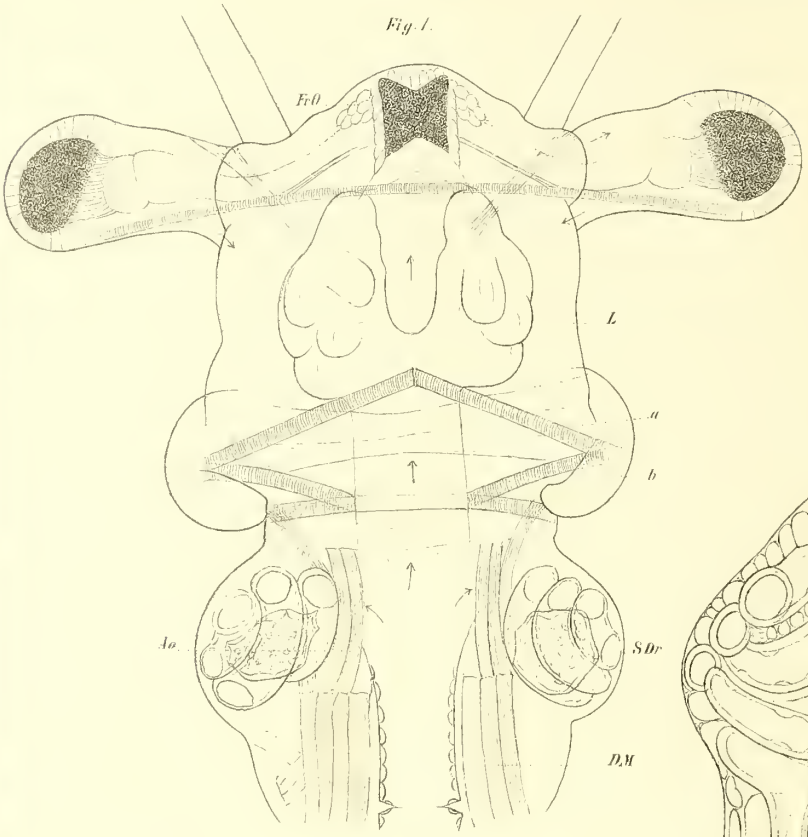


Fig. 5.

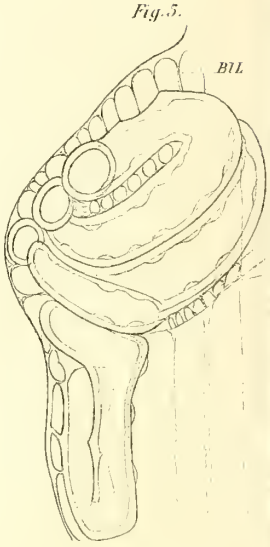


Fig. 2.

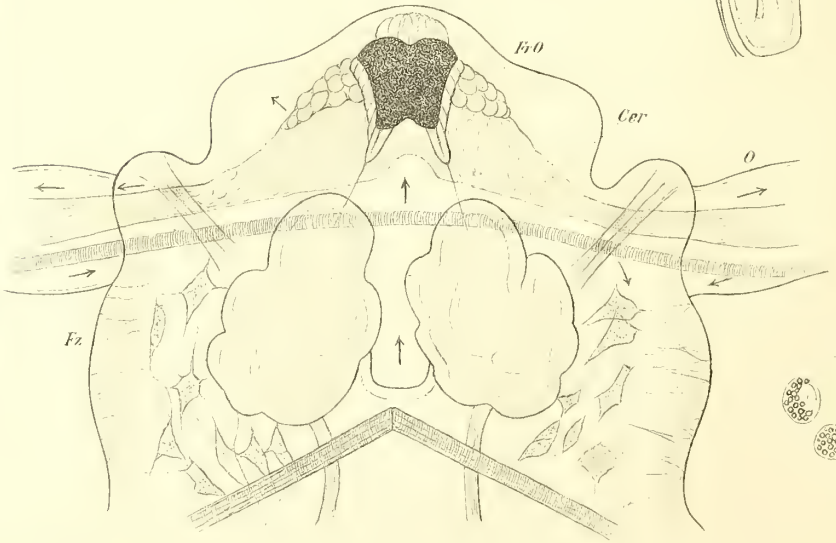
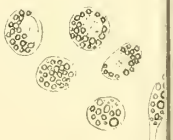


Fig. 3.



C. Claus del. Fd. Stricker lith.

Verlag v. Alfred Hölder, k.k. Hof-Universitäts

Fig. 9

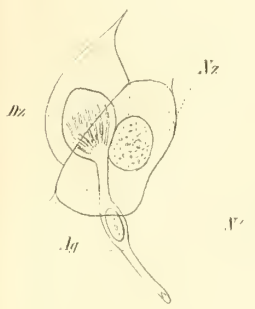


Fig. 6.

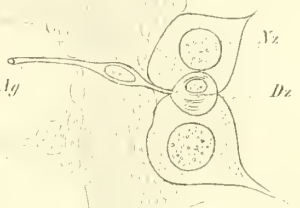
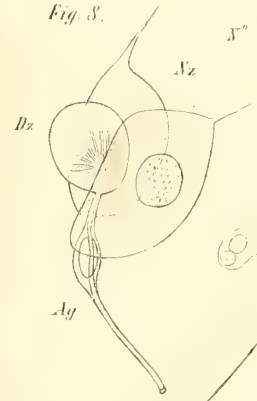


Fig. 8.



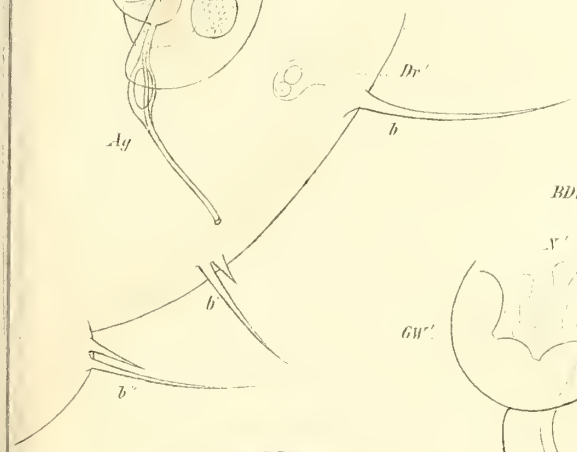
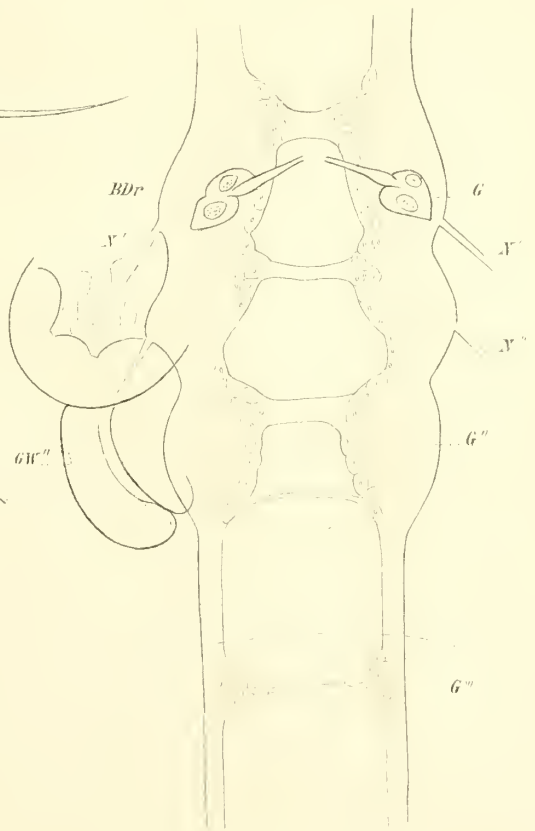


Fig. 7.



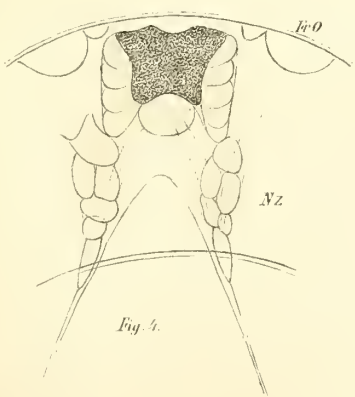


Fig. 4.

Lith. Anst. Ch. Reisser & M. Werthner, Wien.

Fig. 3.

Fig. 5.

Fig. 6.

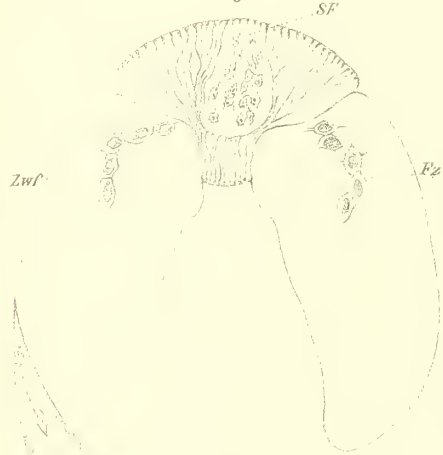


Fig. 4.

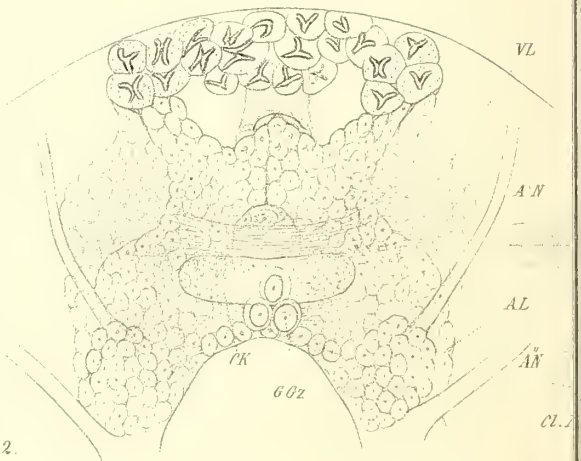
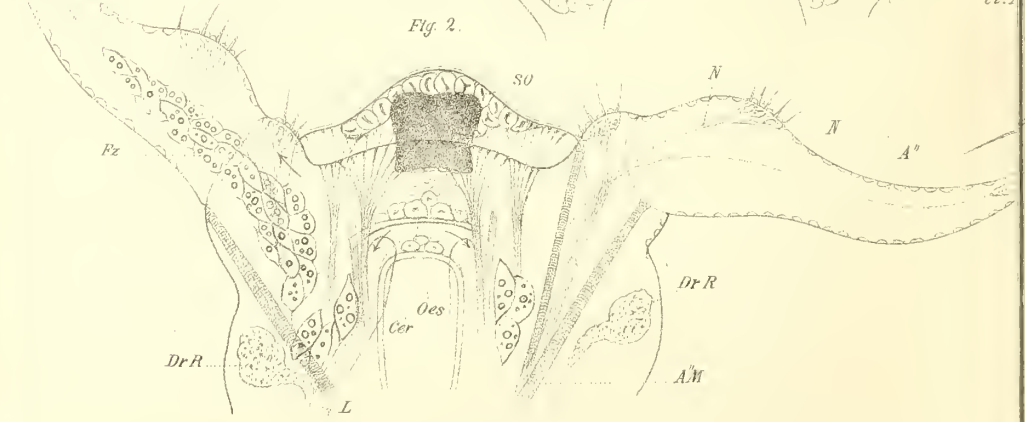


Fig. 2.



C. Claus del. Fd. Stricker lith

Verlag v. Alfred Hölder, k.k. Hof-u.

Fig. 7.

Fig. 8.

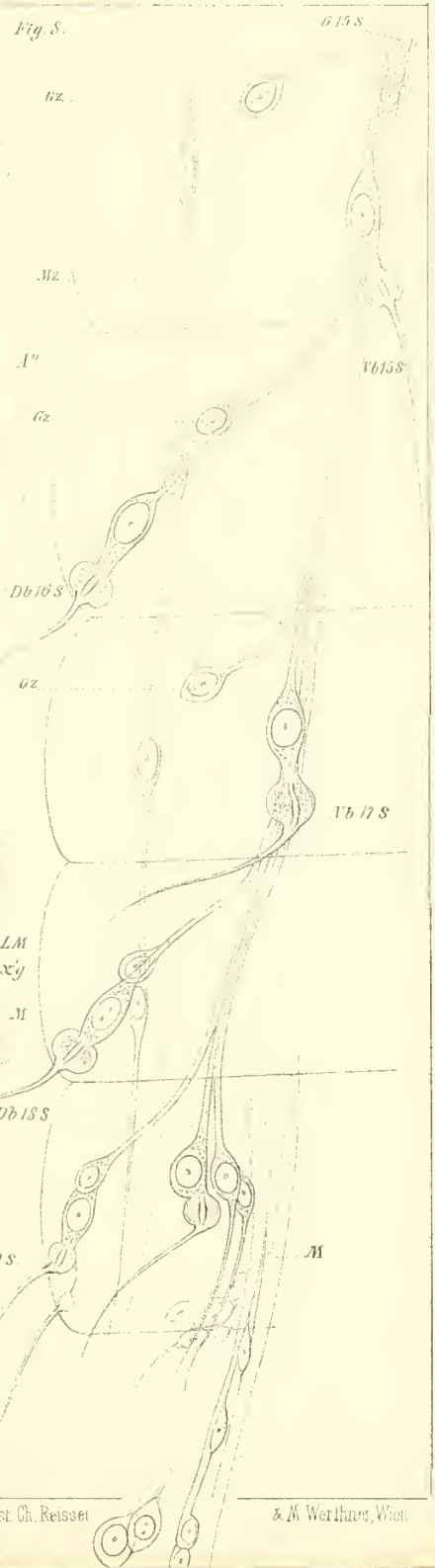
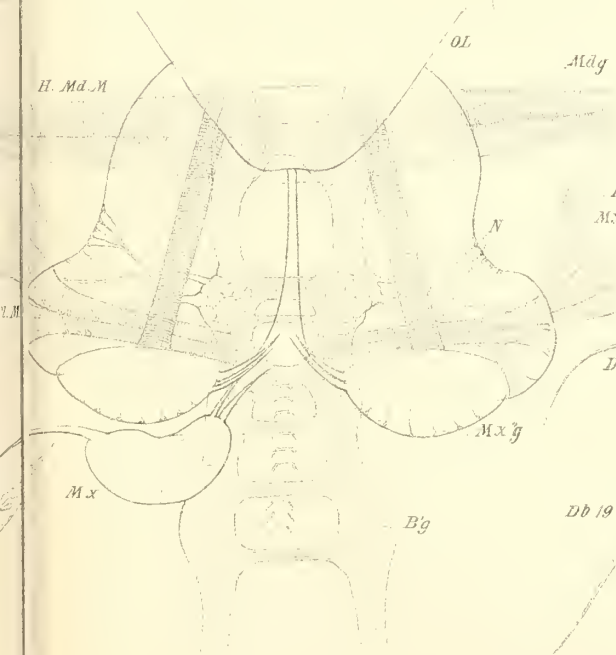


Fig. 1.



Universitäts-Buchhandlung in Wien.
Lith. Anst. Ch. Reisser
& M. Werthner, Wien

Fig. 2.

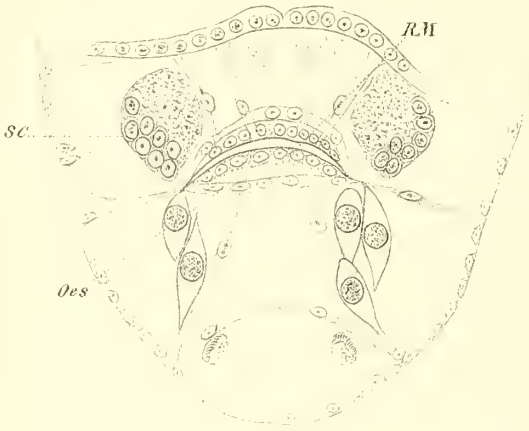


Fig. 4.

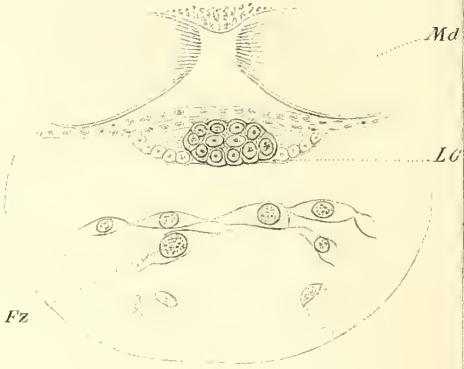


Fig. 3.

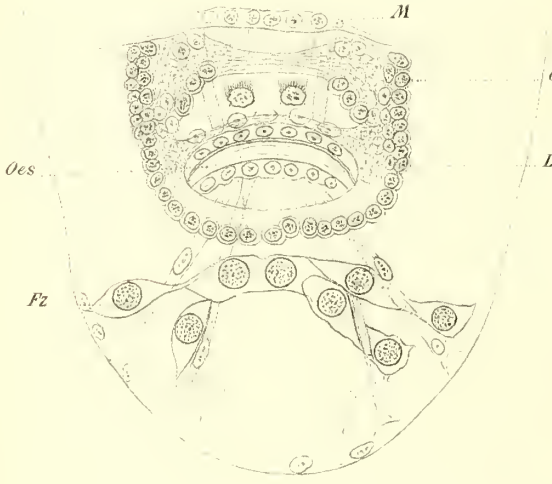


Fig. 7.

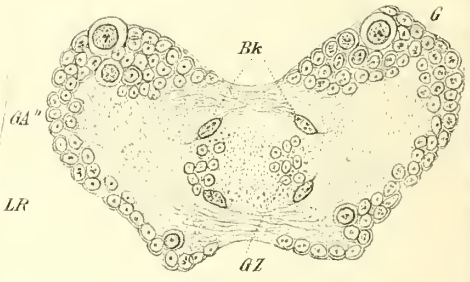


Fig. 1

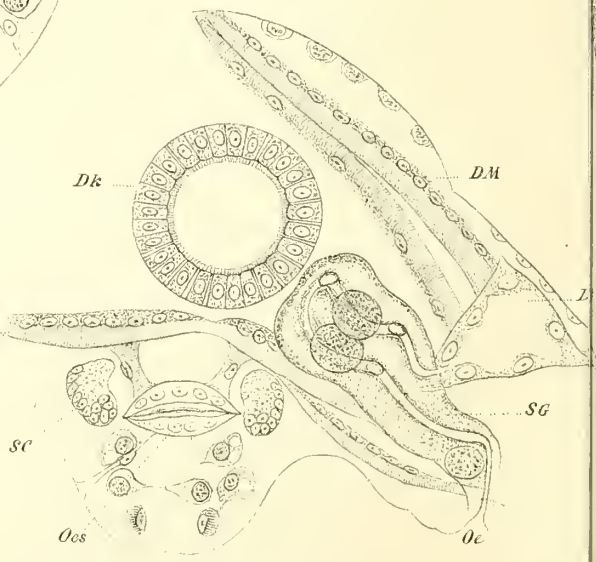
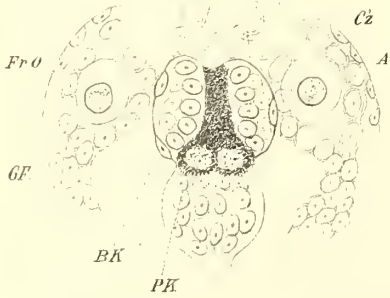


Fig. 10.



C. Claus del. u. d. Stricker lith.

Verlag v. Alfred Hölder, k.k. Hof- u. Universitäts

Fig. 5.

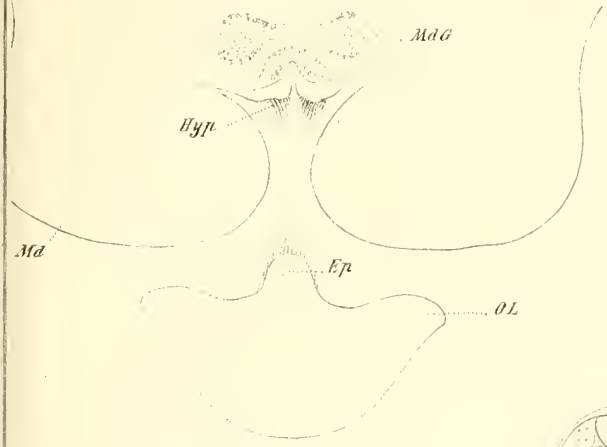


Fig. 6.

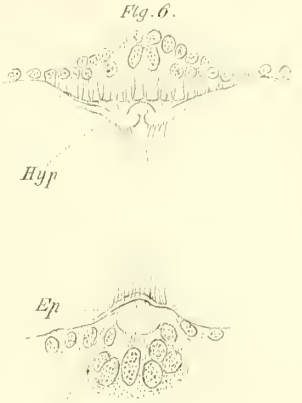


Fig. 11.

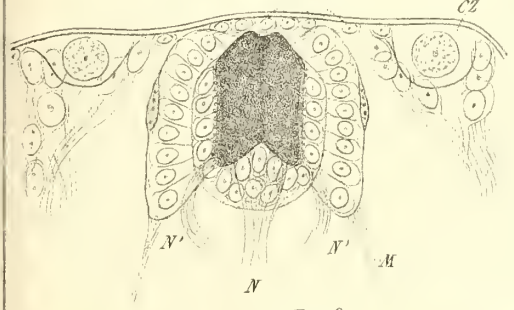


Fig. 12.

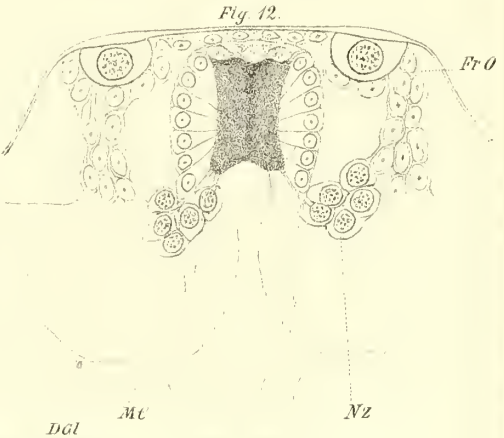


Fig. 8.

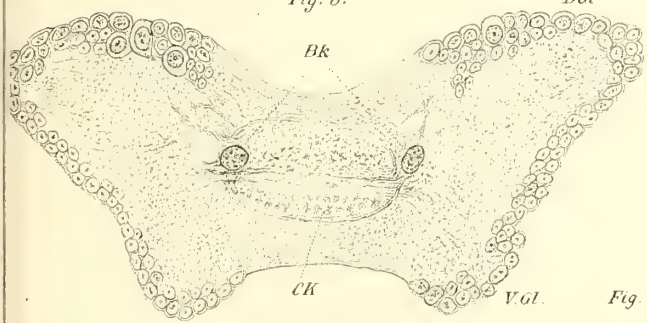
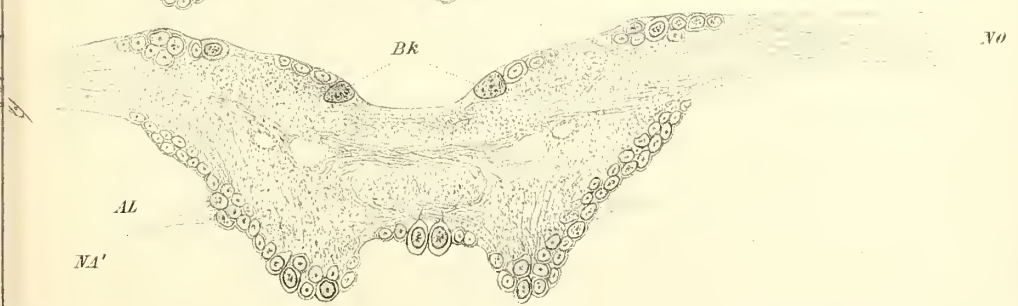
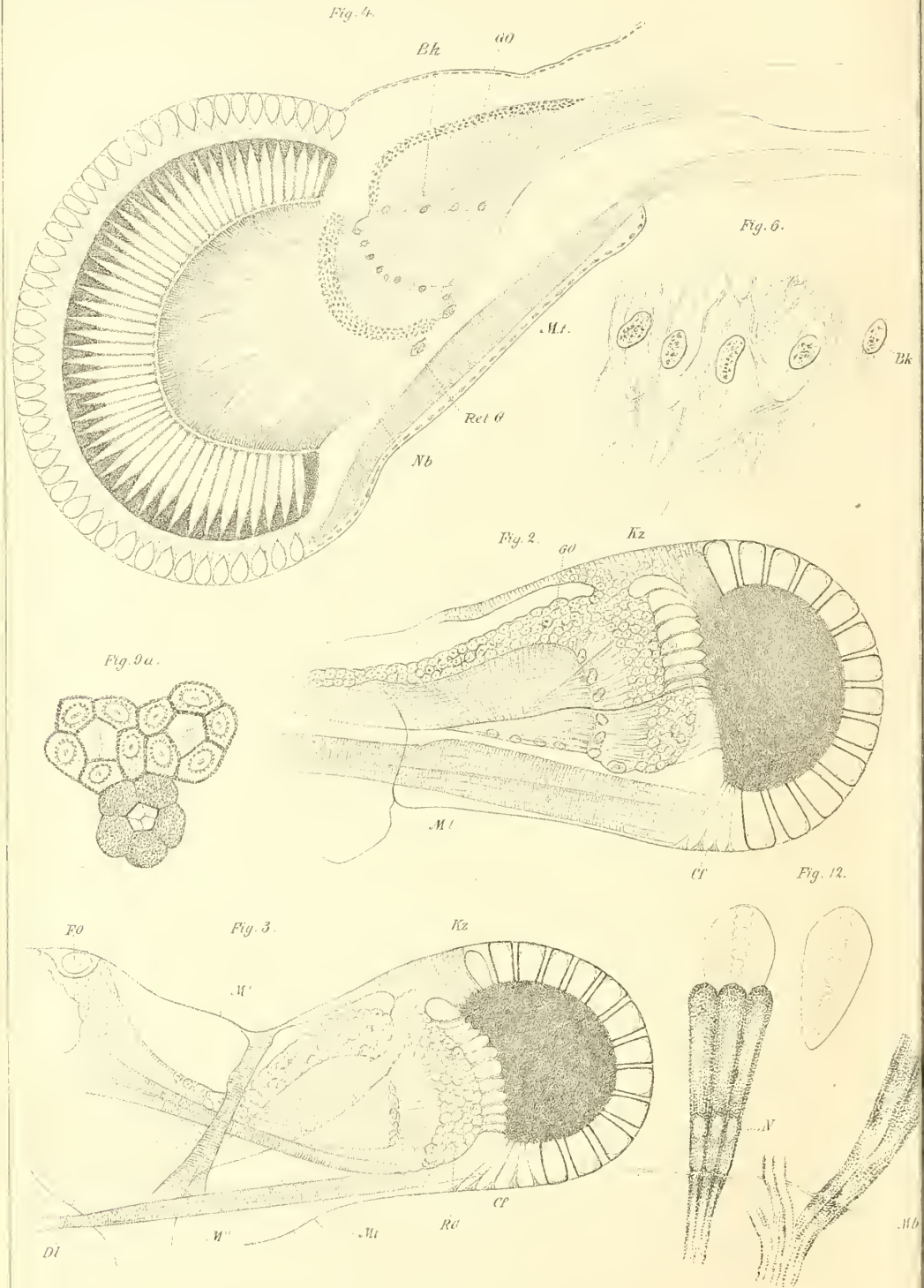


Fig. 9.



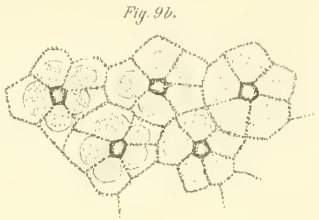
Universitäts-Buchhandlung in Wien.

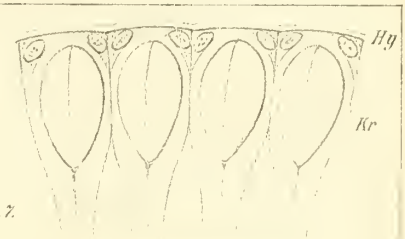
Lith. Anst. Ch. Reisser & M. Werthner, Wien

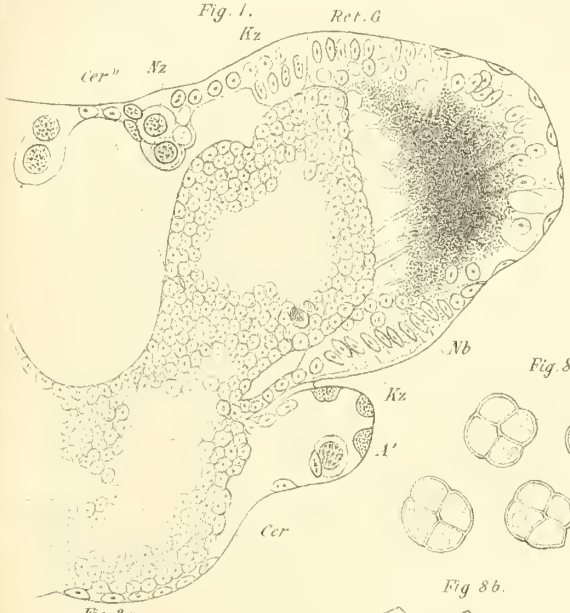


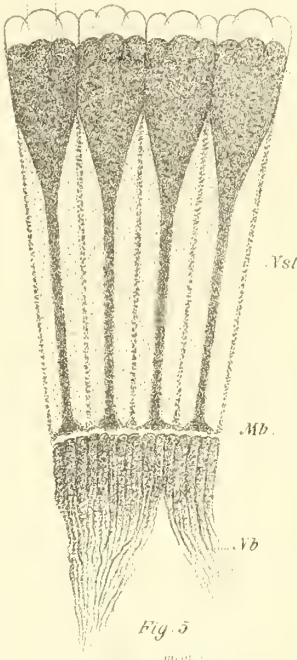
C. Claus del. Fd Stricker lith

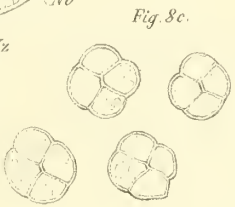
Verlag v. Alfred Hölder, k.k. Hof-u

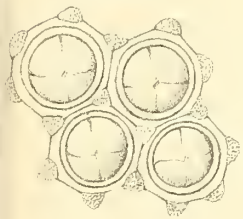


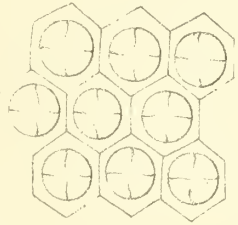


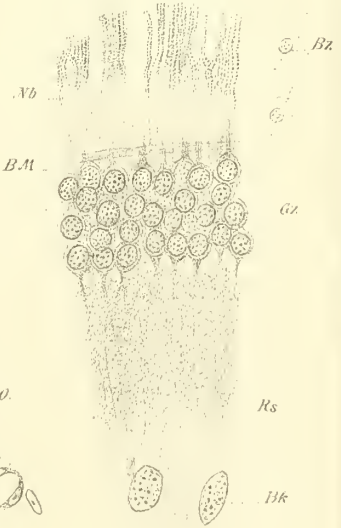


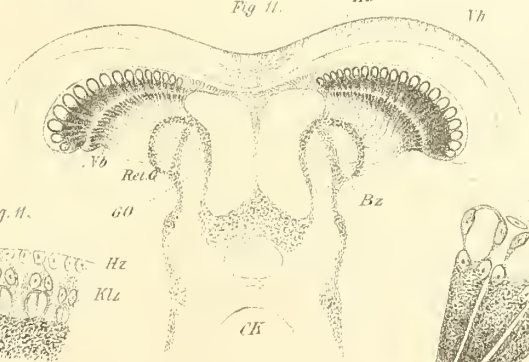












iversitäts-Buchhandlung in Wien.

Lith Anst. h Reisser & M. Werthner Wien

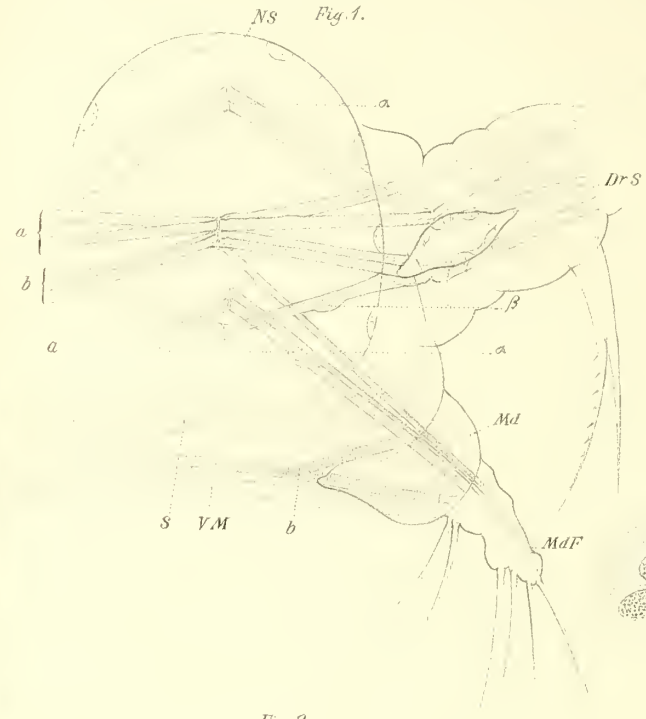


Fig. 1.

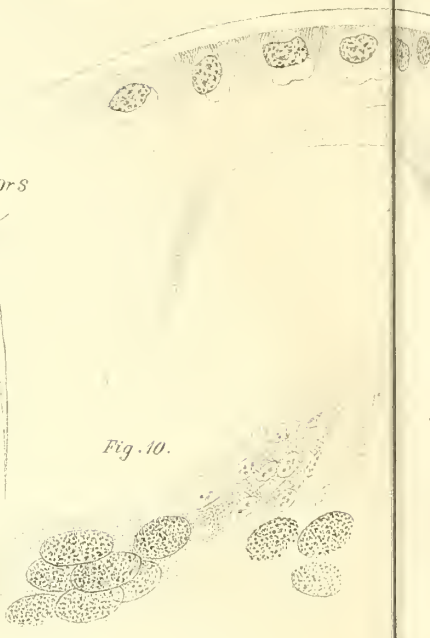


Fig. 10.

Fig. 2.

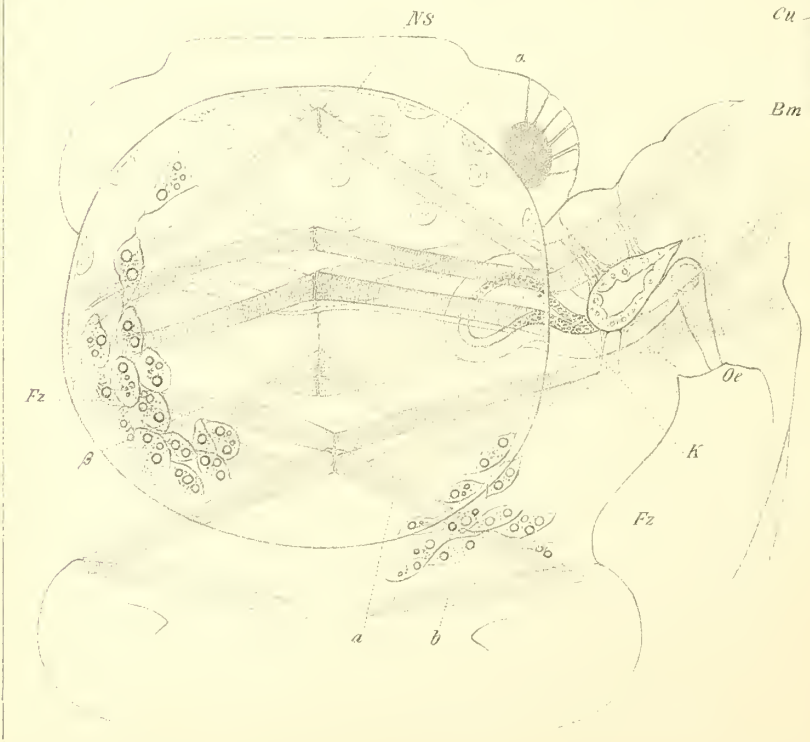


Fig. 6a.

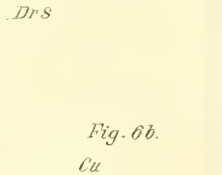
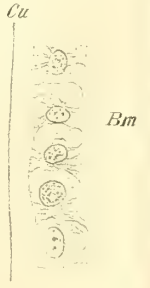


Fig. 6b.



C. Claus del. Ed. Strauch lith.

Verlag v. Alfred Hölder, k.k. Hof-u

Fig. 8.

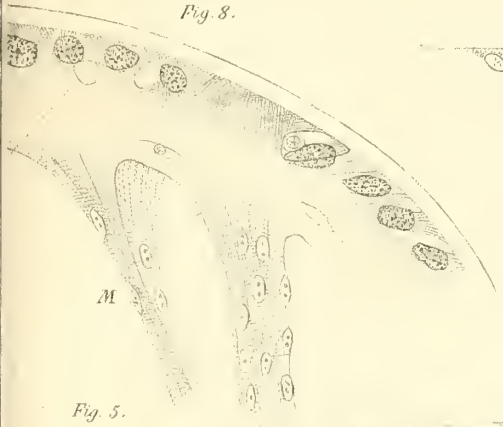


Fig. 9.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 7.

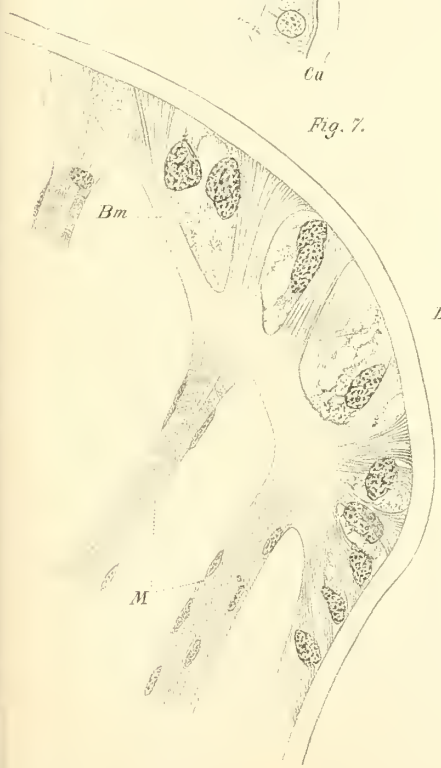
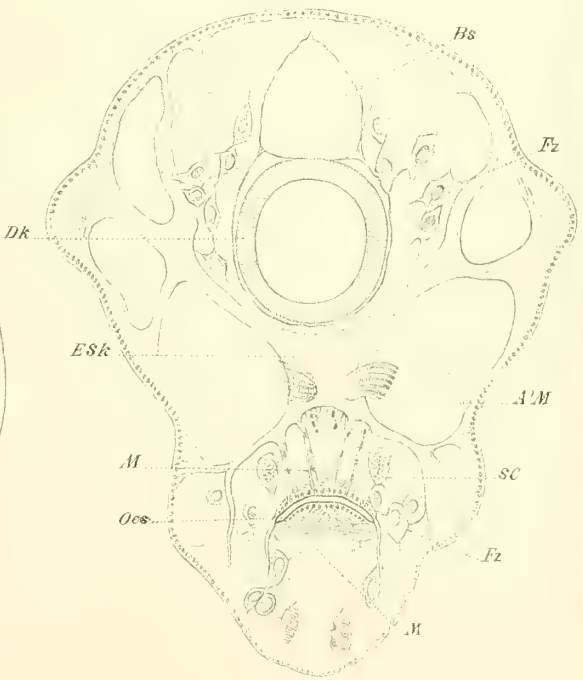


Fig. 3.



iversitäts-Buchhandlung in Wien.

Lith. Anst. v. Reisser & M. Werner in Wien

Fig. 1.

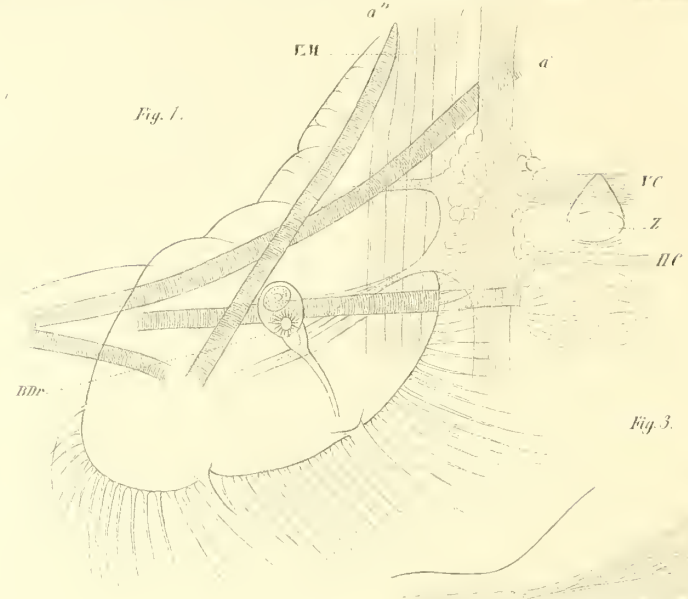


Fig. 3.

Fig. 2.

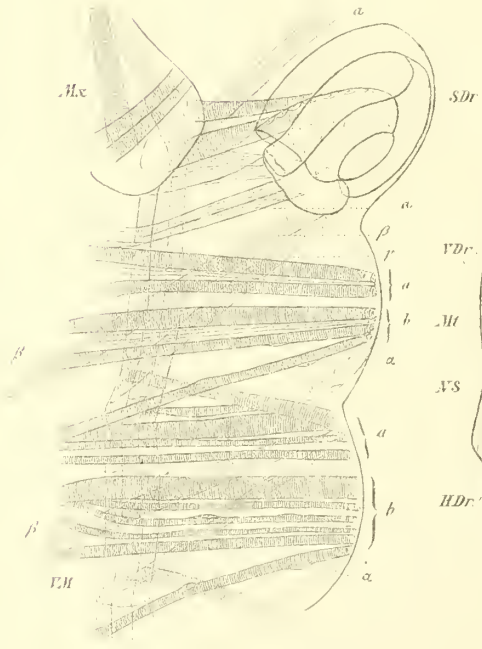
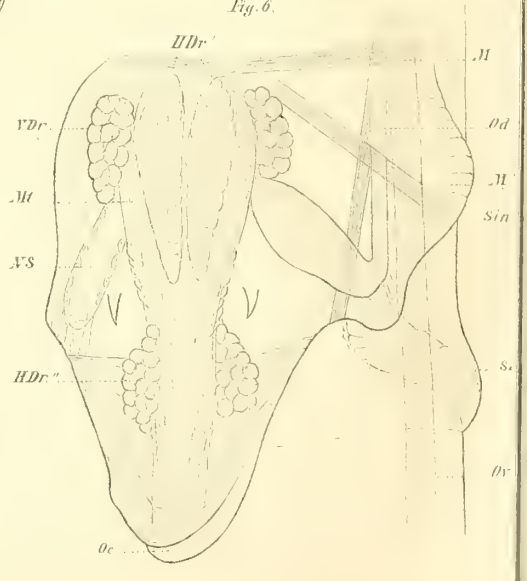
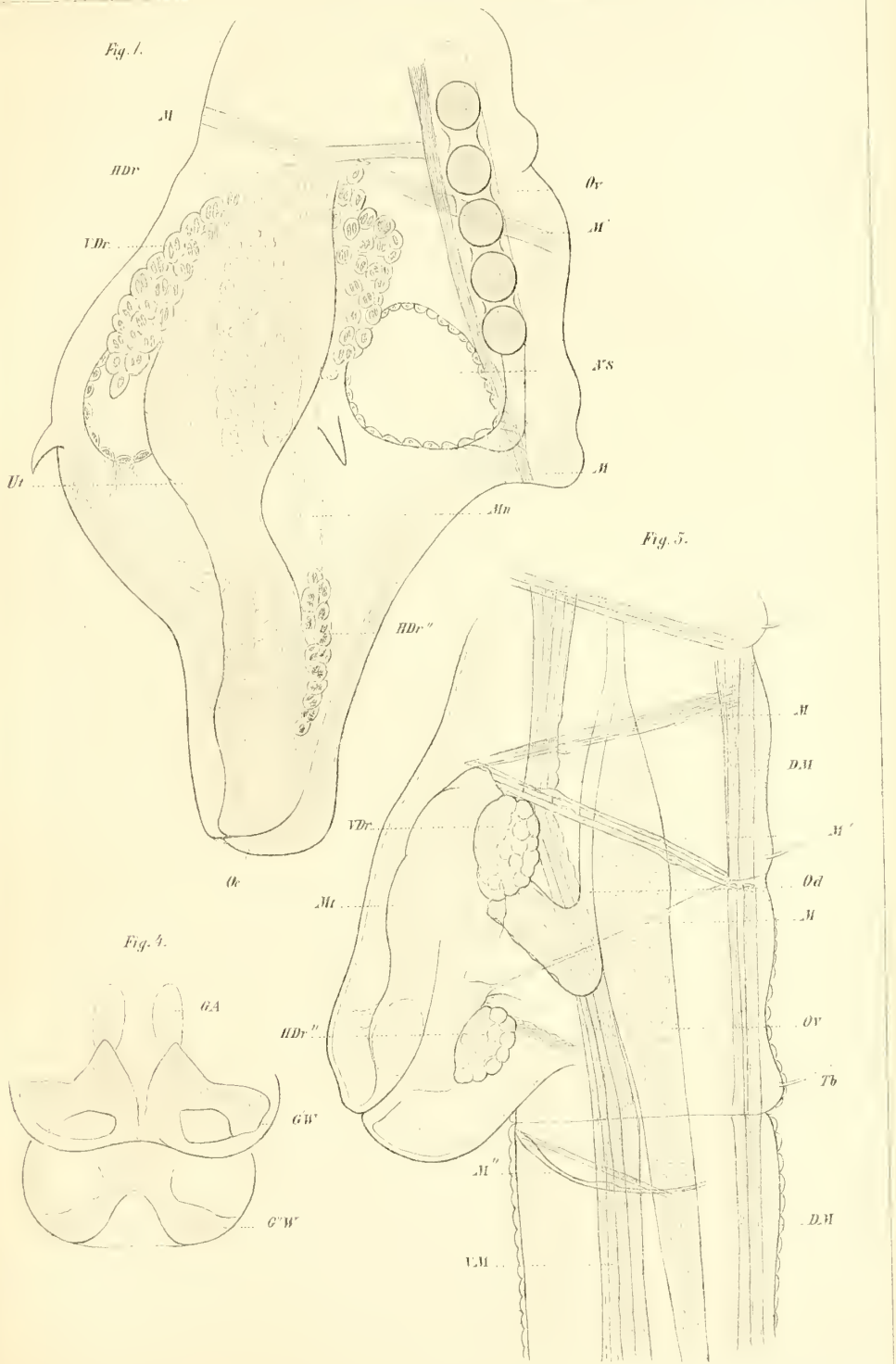


Fig. 6.

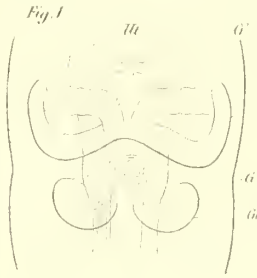


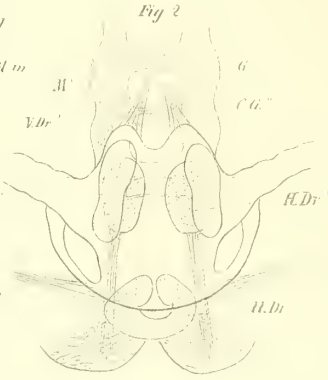
Verlag v. Alfred Hölder, k.k. Hof-Univers

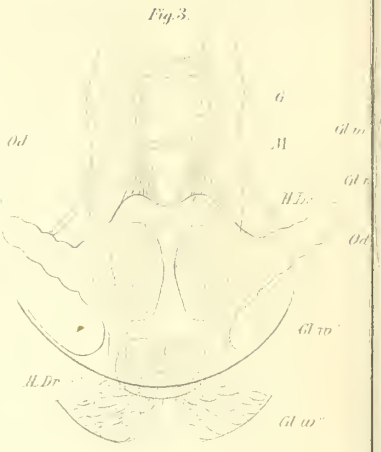


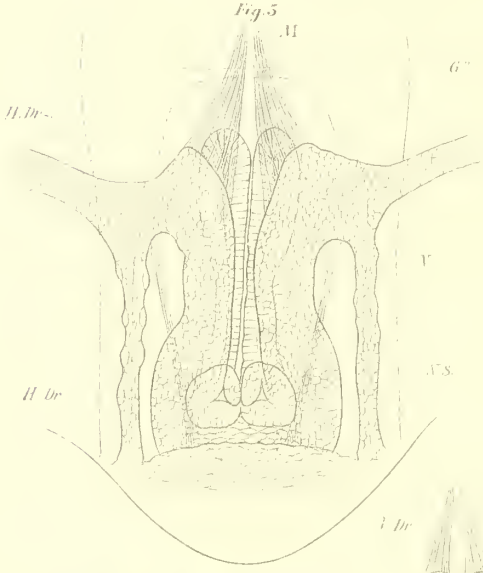
Lith. Anst. v. Th. Reiser & M. Werfhner, Wien.

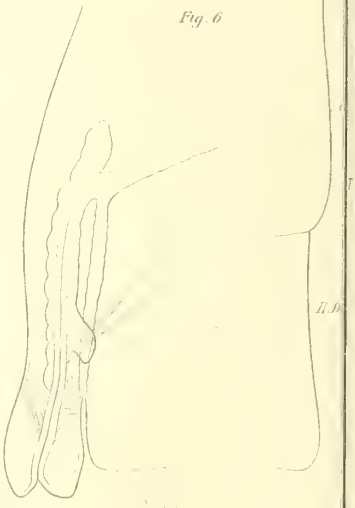
Universitäts-Buchhandlung in Wien.

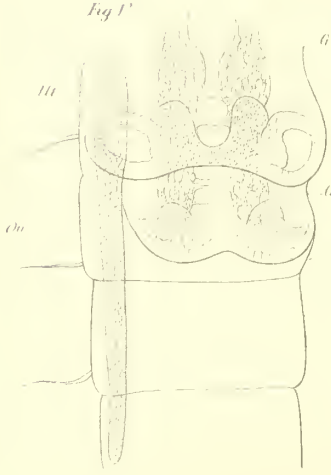


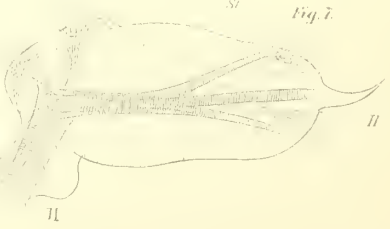




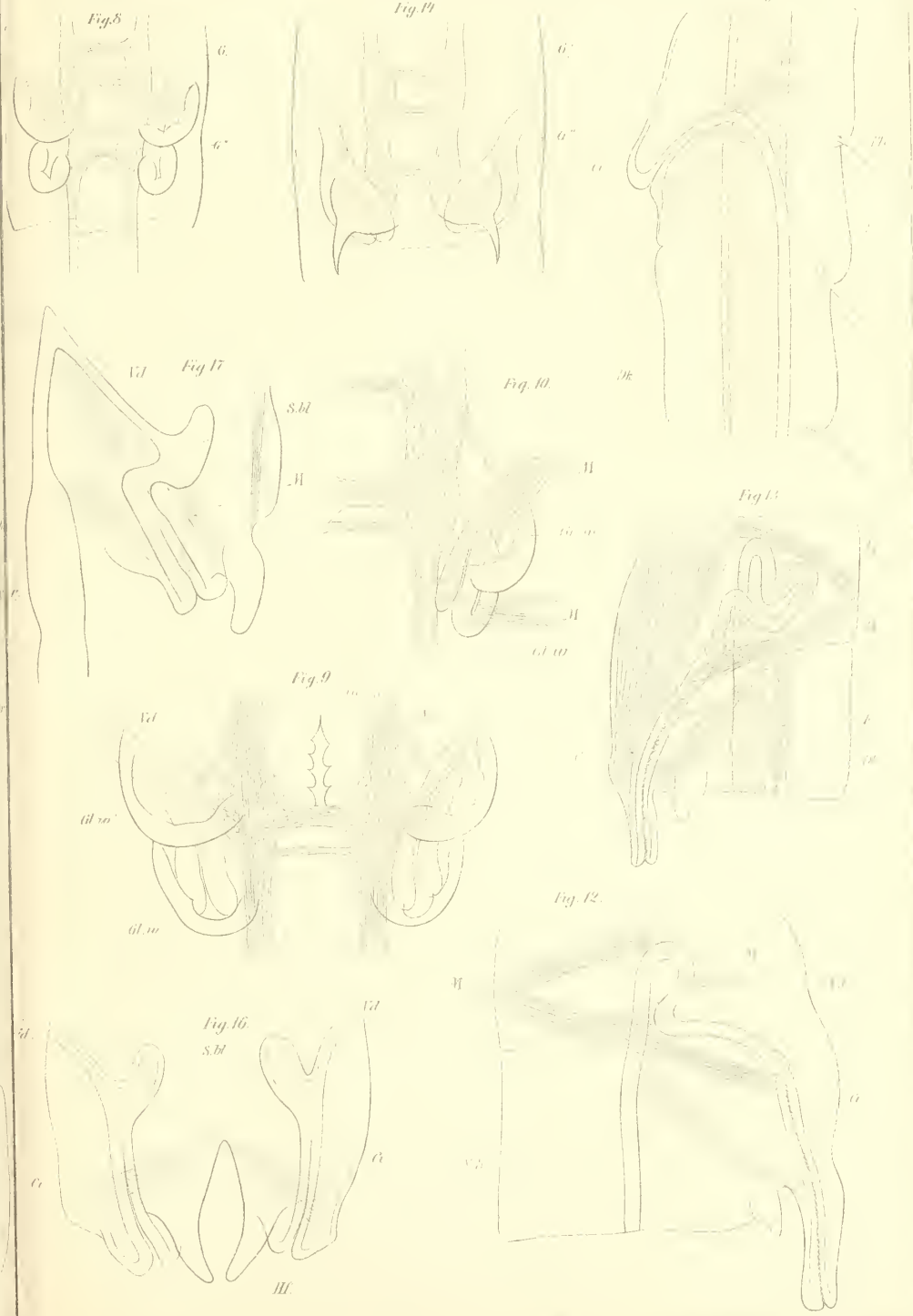




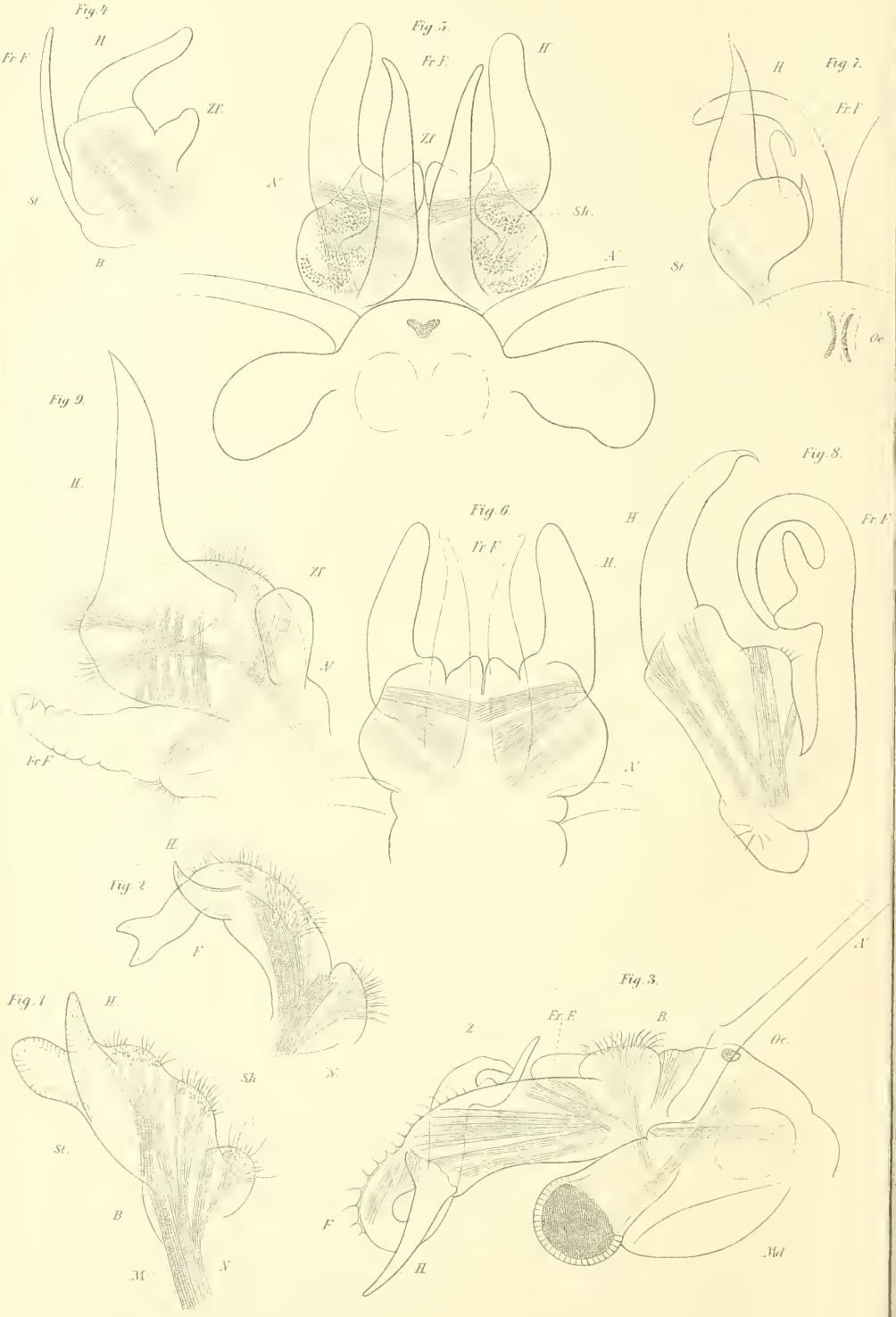




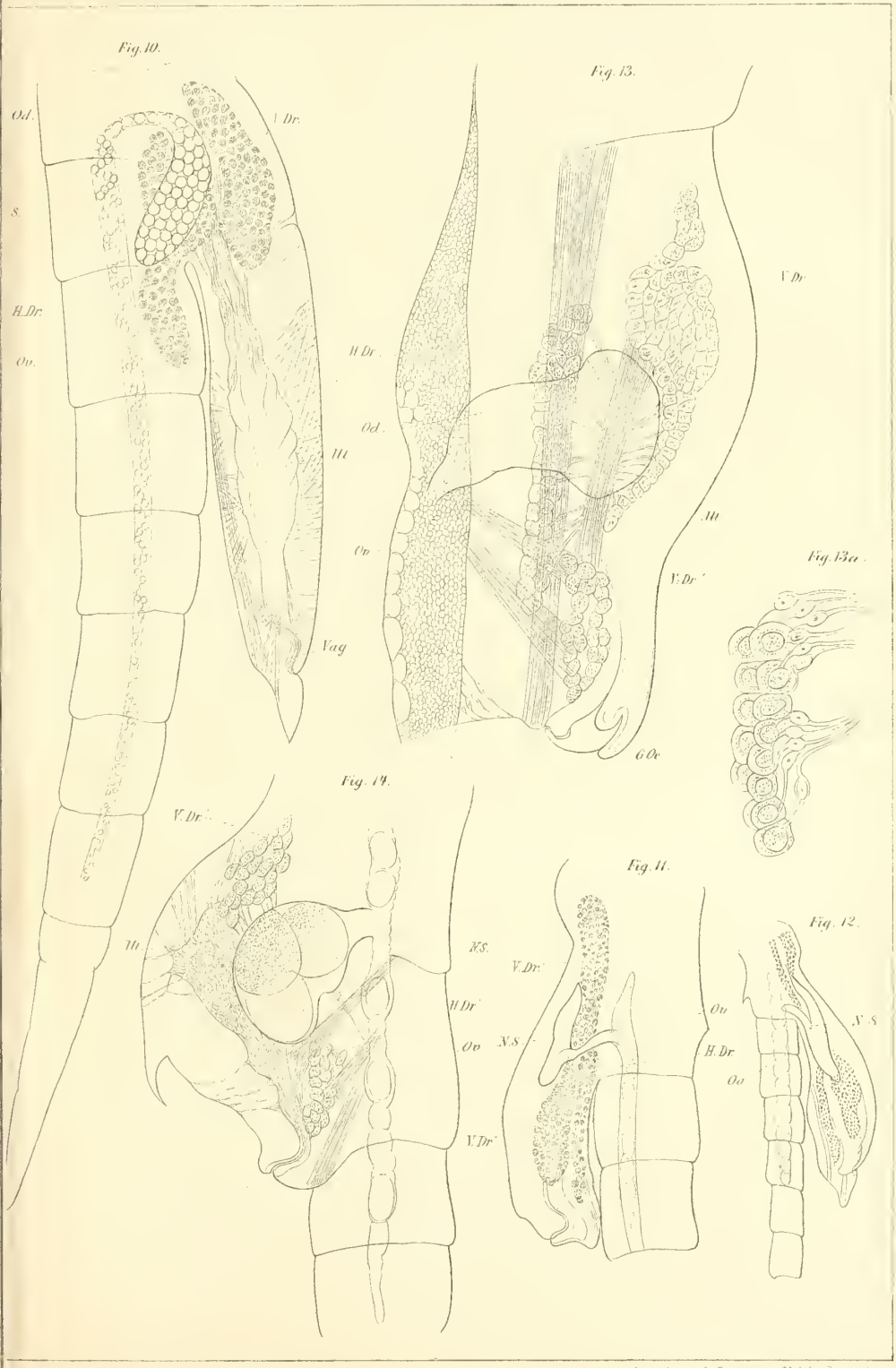
Verlag v. Alfred Hölder, k.k. Hof-u



versitäts-Buchhandlung in Wien.



Verlag v. Alfred Hölder, k.k. Hof-u



Hof-u. Universitäts-Buchhandlung in Wien.
Lith. Anst. Ch. Reisser & M. Werfluer in Wien.

Fig 1.

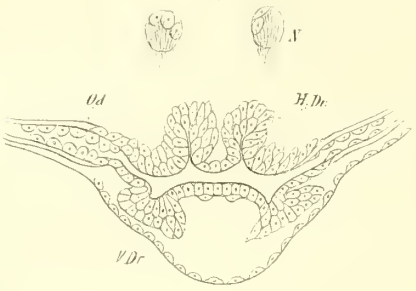


Fig 2.

Fig 3.

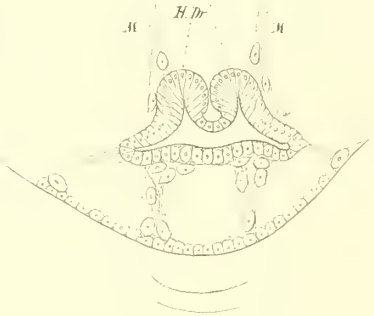


Fig 4.

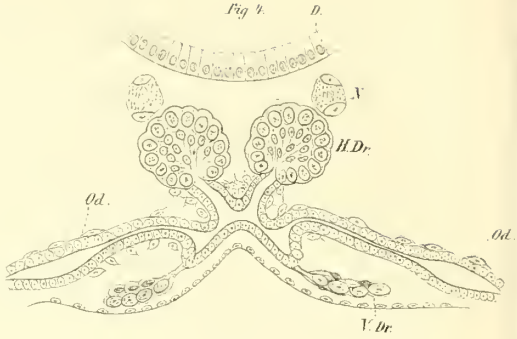


Fig 5.

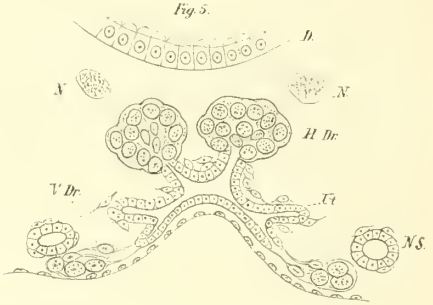


Fig 6.

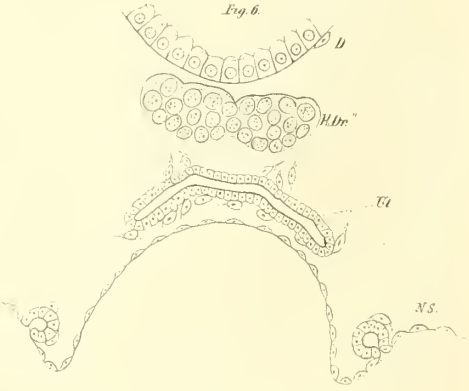


Fig 7

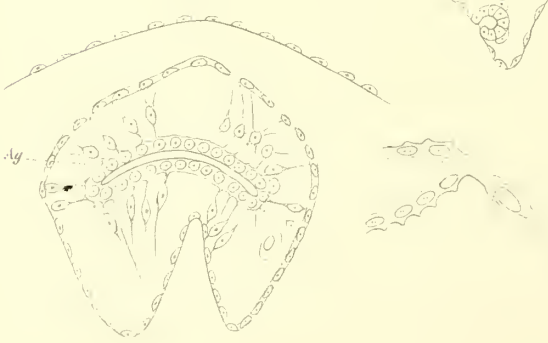


Fig 11

Verlag v. Alfred Hölder, k.k. Hof-u

Fig. 8.

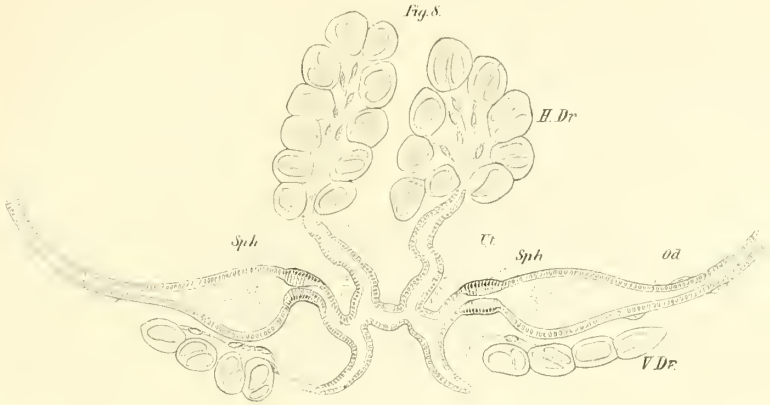


Fig. 9.

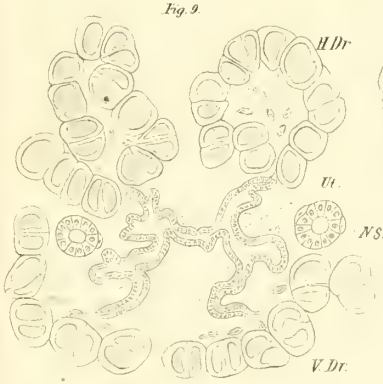


Fig. 10

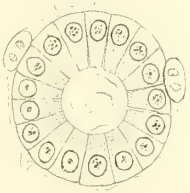


Fig. 11

Fig. 19

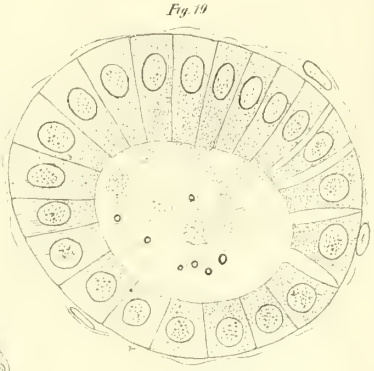


Fig. 13.

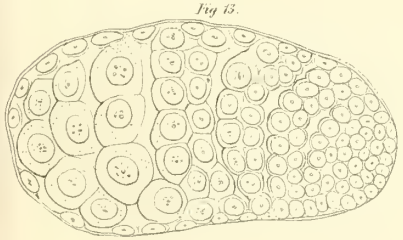


Fig. 14.

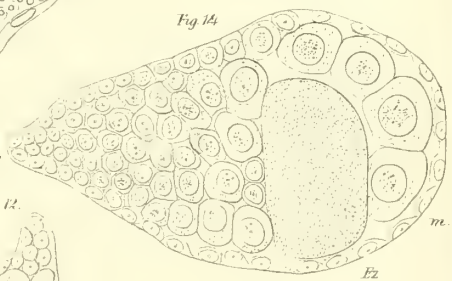


Fig. 12.

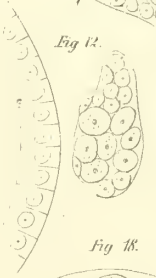


Fig. 15.

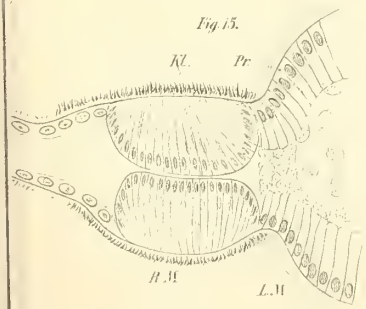


Fig. 18.

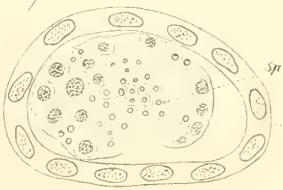
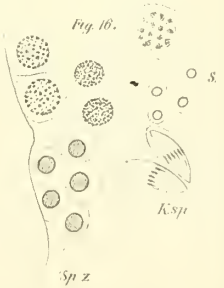


Fig. 16.



k.k. Hof- und Universitäts-Buchhandlung in Wien.

20. c.

ARBEITEN

AUS DEM

ZOOLOGISCHEN INSTITUTE

DER

UNIVERSITÄT WIEN

UND DER

ZOOLOGISCHEN STATION IN TRIEST.

HERAUSGEGEBEN

VON

DR. C. CLAUS,

O. Ö. PROFESSOR DER UNIVERSITÄT UND VORSTAND DES ZOOLOGISCH-VERGL.-ANATOMISCHEN INSTITUTS IN WIEN,
DIRECTOR DER ZOOLOGISCHEN STATION IN TRIEST.

TOM. VI. I. Heft.

Mit 13 Tafeln.

WIEN, 1885.

ALFRED HÖLDER,

K. K. HOF- UND UNIVERSITÄTS-BUCHHÄNDLER,

ROTHENTHURMSTRASSE 15.

Verlag von **Alfred Hölder**, k. k. Hof- und Universitäts-Buchhändler,
Wien, Rothenthurmstrasse 15.

Arbeiten aus dem Zoologischen Institute der Universität Wien und der Zoologischen Station in Triest.

Herausgegeben von Dr. **C. Claus**, o. ö. Professor der Universität und Vorstand des zoologisch-vergl.-anatomischen Instituts in Wien, Director der zoologischen Station in Triest.

I. Band, 3 Hefte mit 33 Tafeln. Preis fl. 22 = 44 Mark.
II. „ 3 „ „ 23 Tafeln und 2 Holzschnitten. Preis fl. 20 = 40 Mark.
III. „ 3 „ „ 25 Tafeln und 2 Holzschnitten. Preis fl. 21.80 = 43 M. 60 Pf.
IV. „ 3 „ „ 33 Tafeln u. 4 Holzschnitten. Preis fl. 26.20 = 52 M. 40 Pf.
V. „ 3. „ „ 31 Tafeln und 4 Holzschnitten. Preis fl. 25.60 = 51 M. 20 Pf.

Hieraus sind in Separatabdrücken erschienen:

Berger, Emil, Untersuchungen über den Bau des Gehirns und der Retina der Arthropoden. Mit 5 Tafeln. Preis fl. 4.— = 8 Mark.
— — — — Nachtrag. Preis fl. —.20 kr. = — M. 40 Pf.

Claus, Dr. C., Ueber Halistemma Tergestinum n. sp. nebst Bemerkungen über den feineren Bau der Physophoriden. Mit 5 Tafeln. Preis fl. 4.40 = 8 M. 80 Pf.
— — Untersuchungen über Charybdea marsupialis. Mit 5 Tafeln. Preis fl. 4.20 = 8 M. 40 Pf.
— — Der Organismus der Phronimiden. Mit 8 Tafeln. Preis fl. 6.40 = 12 M. 80 Pf.
— — Die Gattungen und Arten der Platyscelideu in systematischer Uebersicht. Preis fl. 1.20 = 2 Mark.
— — Agalmopsis utricularia. Eine neue Siphonophore des Mittelmeeres. Mit 1 Tafel. Preis fl. 1.— = 2 Mark
— — Ueber Aequorea Forskalea Esch. als Aequoride des adriatischen Meeres, zugleich eine Kritik von E. Haeckel's Aequoridensystem. Preis fl. 1.20 = 2 M. 40 Pf.
— — Neue Beiträge zur Keuntniss der Copepoden unter besonderer Berücksichtigung der Triester Fauna. Mit 3 Tafeln. Preis fl. 3.60 = 7 M. 20 Pf.
— — Beiträge zur Kenntniss der Geryonopsiden- und Eucopideu-Entwicklung. Mit 4 Tafeln. Preis fl. 4.— = 8 Mark.
— — Zur Wahrung der Ergebnisse meiner Untersuchungen über Charybdea als Abwehr gegen den Haeckelismus. Preis fl. —.40 kr. = — M. 80 Pf.
— — Die Kreislaufsorgane und Blutbewegung der Stomatopoden. Mit 3 Tafeln. Preis 2 fl. 60 kr. = 5 M. 20 Pf.
— — Ueber das Verhältniss von Monophyes zu den Diphyiden, sowie über den phylogenetischen Entwicklungsgang der Siphonophoren. Preis 60 kr. = 1 M. 20 Pf.
— — Die Ephyren von Cotylorhiza und Rhizostoma und ihre Entwicklung zu achtarmigen Medusen. Mit 2 Tafeln. Preis fl. 2.— = 4 Mark.
— — Zur Kenntniss der Kreislaufsorgane der Schizopoden und Decapoden. Mit 9 Tafeln. Preis fl. 7.20 = 14 M. 40 Pf.
— — Ueber Apseudes Latreillii Edw. und die Tanaiden Mit 2 Tafeln. Preis fl. 2.— = 4 Mark.

Graeffe, Dr. Ed., Uebersicht der Seethierfauna des Golfes von Triest etc. 1. Die Echinodermen. Preis fl. —.60 kr. = 1 M. 20 Pf.
— — — — 2. Die Coelenteraten (Spongien). Preis fl. —.60 kr. = 1 M. 20 Pf.
— — Uebersicht der Seethierfauna des Golfes von Triest. III. Coelenteraten. Preis fl. —.60 kr. = 1 M. 20 Pf.

Verlag von **Alfred Hölder**, k. k. Hof- und Universitäts-Buchhändler,
Wien, Rothenthurmstrasse 15.

Verlag von **Alfred Hölder**, k. k. Hof- und Universitäts-Buchhändler,
Wien, Rothenthurmstrasse 15.

Grobben, Dr. C., Beiträge zur Kenntniss der männlichen Geschlechtsorgane der Dekapoden, nebst vergleichenden Bemerkungen über die der übrigen Thoracostraken. Mit 6 Tafeln. Preis fl. 5.— = 10 Mark.

— — Die Antennendrüse der Crustaceen. Mit 1 Tafel. Preis fl. 1.20 = 2 M. 40 Pf.

— — Die Entwicklungsgeschichte der Moina rectirostris. Zugleich ein Beitrag zur Kenntniss der Anatomie der Phyllopoden. Mit 7 Tafeln. Preis fl. 6.— = 12 Mark.

— — Die Entwicklungsgeschichte von Cetochilus septentrionalis Goodsir. Mit 4 Tafeln und 2 Holzschnitten. Preis fl. 4.80 = 9 M. 60 Pf.

— — Doliolum und sein Generationswechsel nebst Bemerkungen über den Generationswechsel der Acalephen, Cestoden und Trematoden. Mit 5 Tafeln und 2 Holzschnitten. Preis fl. 5.40 = 10 M. 80 Pf.

— — Morphologische Studien über den Harn- und Geschlechtsapparat, sowie die Leibeshöhle der Cephalopoden. Mit 3 Tafeln und 3 Holzschnitten. Preis fl. 3.20 = 6 M. 40 Pf.

Haller, Dr. Béla, Die Organisation der Chitonen der Adria. I. Mit 8 Tafeln und 2 Holzschnitten. Preis fl. 6.— = 12 Mark

— — — — II. Mit 3 Tafeln. Preis fl. 2.60 = 5 M. 20 Pf.

— — Beiträge zur Kenntniss der Nerven im Peritoneum von Doris tuberculata. Lam. Mit 1 Tafel. Preis fl. 1.20 = 2 M. 40 Pf.

Hatschek, Dr. Berthold, Studien über die Entwicklungsgeschichte der Anneliden. Mit 8 Tafeln. Preis fl. 6.40 = 12 M. 80 Pf.

— — Ueber Entwicklungsgeschichte von Teredo. Mit 3 Tafeln. Preis fl. 2.60 = 5 M. 20 Pf.

— — Ueber Entwicklungsgeschichte von Echiurus und die systematische Stellung der Echiuridae (Gephyrei Chaetiferi). Mit 3 Tafeln. Preis fl. 2.60 = 5 M. 20 Pf.

— — Protodrilus Leuckartii. Eine neue Gattung der Archianneliden. Mit 2 Tafeln. Preis fl. 1.80 = 3 M. 60 Pf.

— — Studien über Entwicklung des Amphioxus. Mit 9 Tafeln. Preis fl. 8.— = 16 Mark.

— — Ueber Entwicklung von Sipunculus nudus. Mit 6 Tafeln und 1 Holzschnitt. Preis fl. 5.60 = 11 M. 20 Pf.

Heider, Carl, Die Gattung Lernanthropus. Mit 5 Tafeln. Preis fl. 4.80 = 9 M. 60 Pf.

Lorenz, Ludwig, Ueber die Organisation der Gattungen Axine und Microcotyle. Mit 3 Tafeln. Preis fl. 2.40 = 4 M. 80 Pf.

Metschnikoff, Dr. Elias, Untersuchungen über die intracelluläre Verdauung bei wirbellosen Thieren. Mit 2 Tafeln. Preis fl. 2.40 = 4 M. 80 Pf.

Nebeski, Otmar, Beiträge zur Kenntniss der Amphipoden der Adria. Mit 4 Tafeln. Preis fl. 3.60 = 7 M. 20 Pf.

Pintner, Theodor, Untersuchungen über den Bau des Bandwurmkörpers mit besonderer Berücksichtigung der Tetrabothrien und Tetrarhynchen. Mit 5 Tafeln. Preis fl. 4.60 = 9 M. 20 Pf.

— — Zu den Beobachtungen über das Wassergefässsystem der Bandwürmer. Preis fl. —.20 kr. = — M. 40 Pf.

Rohon, Josef Victor, Ueber den Ursprung des Nervus vagus bei Selachiern mit Berücksichtigung der lobi electrici von Torpedo. Mit 1 Tafel. Preis fl. 1.20 = 2 M. 40 Pf.

— — Untersuchungen über den Bau eines Microcephalen-Hirnes. Mit 2 Tafeln und 1 Holzschnitte. Preis fl. 3.20 = 6 M. 40 Pf.

Walz, Rudolf, Ueber die Familie der Bopyriden, mit besonderer Berücksichtigung der Fauna der Adria. Mit 4 Tafeln. Preis fl. 4.40 = 8 M. 80 Pf.

Witlaczil, Dr. Emanuel, Zur Anatomie der Aphiden. Mit 3 Tafeln. Preis fl. 4.— = 8 Mark.

Verlag von **Alfred Hölder**, k. k. Hof- und Universitäts-Buchhändler,
Wien, Rothenthurmstrasse 15.

Inhalt.

Seite

I. Neue Beiträge zur Morphologie der Crustaceen. Von **C. Claus.** Mit 7 Tafeln 1

II. Zur Entwicklung des Kopfes von Polygordius. Von **Dr. B. Hatschek.** Mit 1 Tafel 109

III. Entwicklung der Trochophora von Eupomatus uncinatus Philippi. (Serpula uncinata.) Von **Dr. B. Hatschek.** Mit 5 Tafeln . . 121

Lehrbuch der Zoologie.

Von

DR. C. CLAUS,

o. ö. Professor der Universität und Vorstand des zoologisch-vergl.-anatomischen Institutes in Wien, Director der zoologischen Station in Triest.

3. umgearbeitete Auflage mit 762 Holzschnitten. Marburg und Leipzig 1885.

N. G. ELWERT'sche Verlagsbuchhandlung.

Von demselben Verfasser:

Untersuchungen

über die

Organisation u. Entwicklung der Medusen.

Mit 9 Holzschnitten und 20 Tafeln. 1883.

Prag, F. Tempsky; Leipzig, G. Freytag.

Zootomie aller Thierklassen

für Lernende nach Autopsien skizzirt

von

Carl Bernhard Brühl,

Phil. u. Med. Dr., o. ö. Professor der Zootomie und Vorstand des zootomischen Institutes der Wiener Universität, früher Professor der Zoologie u. vergl. Anatomie an den Universitäten Krakau und Pest.

Illustrirt durch zweihundert Tafeln, mit nahe **4000,** vom Verfasser meist nach der Natur gezeichneten Figuren.

Vollständig in 50 Lieferungen zu je 4 Tafeln und 4 Blättern Text. Preis pro Lieferung fl. 2.— = 4 Mark. — Bisher erschienen 33 Lieferungen.

Dasselbe: **I., II. und III. Band,** enthaltend je 40 Tafeln mit Text.
Preis à Band fl. 20.— = 40 Mark.

Jede Lieferung und jeder Band bildet auch für sich ein Ganzes und wird einzeln abgegeben.

Druck von Gottlieb Gistel & Comp., Wien, I., Augustinerstrasse 12.

24 FEB 1886

20.c.

ARBEITEN

AUS DEM

ZOOLOGISCHEN INSTITUTE

DER

UNIVERSITÄT WIEN

UND DER

ZOOLOGISCHEN STATION IN TRIEST.

HERAUSGEGEBEN

VON

DR. C. CLAUS,

O. Ö. PROFESSOR DER UNIVERSITÄT UND VORSTAND DES ZOOLOGISCH-VERGL.-ANATOMISCHEN INSTITUTS IN WIEN,
DIRECTOR DER ZOOLOGISCHEN STATION IN TRIEST.

TOM. VI. II. Heft.

Mit 10 Tafeln.

WIEN 1886.

ALFRED HÖLDER,

K. K. HOF- UND UNIVERSITÄTS-BUCHHÄNDLER,

ROTHENTHURMSTRASSE 15.

Verlag von **Alfred Hölder**, k. k. Hof- und Universitäts-Buchhändler,
Wien, Rothenthurmstrasse 15.

Arbeiten aus dem Zoologischen Institute der Universität Wien und der Zoologischen Station in Triest.

Herausgegeben von Dr. **C. Claus**, o. ö. Professor der Universität und Vorstand des zoologisch-vergl.-anatomischen Instituts in Wien, Director der zoologischen Station in Triest.

I. Band, 3 Hefte mit 33 Tafeln. Preis fl. 22 = 44 Mark.
II. „ 3 „ „ 23 Tafeln und 2 Holzschnitten. Preis fl. 20 = 40 Mark.
III. „ 3 „ „ 25 Tafeln und 2 Holzschnitten. Preis fl. 21.80 = 43 M. 60 Pf.
IV. „ 3 „ „ 33 Tafeln u. 4 Holzschnitten. Preis fl. 26.20 = 52 M. 40 Pf.
V. „ 3 „ „ 31 Tafeln und 4 Holzschnitten. Preis fl. 25.60 = 51 M. 20 Pf.
VI. „ Heft 1 mit 3 Tafeln. Preis fl. 10 = 20 Mark.

Hieraus sind in Sonderabdrücken erschienen:

Berger, Emil, Untersuchungen über den Bau des Gehirns und der Retina der Arthropoden. Mit 5 Tafeln. Preis fl. 4.— = 8 Mark.
— — — — Nachtrag. Preis fl. —.20 kr. = — M. 40 Pf.
Claus, Dr. C., Ueber Halistemma Tergestinum n. sp. nebst Bemerkungen über den feineren Bau der Physophoriden. Mit 5 Tafeln. Preis fl. 4.40 = 8 M. 80 Pf.
— — Untersuchungen über Charybdea marsupialis. Mit 5 Tafeln. Preis fl. 4.20 = 8 M. 40 Pf.
— — Der Organismus der Phronimiden. Mit 8 Tafeln. Preis fl. 6.40 = 12 M. 80 Pf.
— — Die Gattungen und Arten der Platysceliden in systematischer Uebersicht. Preis fl 1.20 = 2 Mark.
— — Agalmopsis utricularia. Eine neue Siphonophore des Mittelmeeres. Mit 1 Tafel. Preis fl. 1.— = 2 Mark.
— — Ueber Aequorea Forskalea Esch. als Aequoride des adriatischen Meeres, zugleich eine Kritik von E. Haeckel's Aequoridensystem. Preis fl. 1.20 = 2 M. 40 Pf.
— — Neue Beiträge zur Kenntniss der Copepoden unter besonderer Berücksichtigung der Triester Fauna. Mit 3 Tafeln. Preis fl. 3.60 = 7 M. 20 Pf.
— — Beiträge zur Kenntniss der Geryonopsiden- und Eucopiden-Entwicklung. Mit 4 Tafeln. Preis fl. 4.— = 8 Mark.
— — Zur Wahrung der Ergebnisse meiner Untersuchungen über Charybdea als Abwehr gegen den Haeckelismus. Preis fl. —.40 kr. = — M. 80 Pf.
— — Die Kreislaufsorgane und Blutbewegung der Stomatopoden. Mit 3 Tafeln. Preis 2 fl. 60 kr. = 5 M. 20 Pf.
— — Ueber das Verhältniss von Monophyes zu den Diphyiden, sowie über den phylogenetischen Entwicklungsgang der Siphonophoren. Preis 60 kr. = 1 M. 20 Pf.
— — Die Ephyren von Cotylorhiza und Rhizostoma und ihre Entwicklung zu achtarmigen Medusen. Mit 2 Tafeln. Preis fl. 2.— = 4 Mark.
— — Zur Kenntniss der Kreislaufsorgane der Schizopoden und Decapoden. Mit 9 Tafeln. Preis fl. 7.20 = 14 M. 40 Pf.
— — Ueber Apseudes Latreillii Edw. und die Tanaiden. Mit 2 Tafeln. Preis fl. 2.— = 4 Mark.
— — Neue Beiträge zur Morphologie der Crustaceen. Mit 7 Tafeln. Preis fl. 6.— = 12 M.
Graeffe, Dr. Ed., Uebersicht der Seethierfauna des Golfes von Triest etc. 1. Die Echinodermen. Preis fl. —.60 kr. = 1 M. 20 Pf.
— — — — 2. Die Coelenteraten (Spongien). Preis fl. —.60 kr. = 1 M. 20 Pf.
— — — — 3. Coelenteraten. Preis fl. —.60 kr. = 1 M. 20 Pf.

Verlag von **Alfred Hölder**, k. k. Hof- und Universitäts-Buchhändler,
Wien, Rothenthurmstrasse 15.

Verlag von **Alfred Hölder**, k. k. Hof- und Universitäts-Buchhändler,
Wien, Rothenthurmstrasse 15.

Grobben, Dr. C., Beiträge zur Kenntniss der männlichen Geschlechtsorgane der Dekapoden, nebst vergleichenden Bemerkungen über die der übrigen Thoracostraken. Mit 6 Tafeln. Preis fl. 5.— = 10 Mark.

— — Die Antennendrüse der Crustaceen. Mit 1 Tafel. Preis fl. 1.20 = 2 M. 40 Pf.

— — Die Entwicklungsgeschichte der Moina rectirostris. Zugleich ein Beitrag zur Kenntniss der Anatomie der Phyllopoden. Mit 7 Tafeln. Preis fl. 6.— = 12 Mark.

— — Die Entwicklungsgeschichte von Cetochilus septentrionalis Goodsir. Mit 4 Tafeln und 2 Holzschnitten. Preis fl. 4.80 = 9 M. 60 Pf.

— — Doliolum und sein Generationswechsel nebst Bemerkungen über den Generationswechsel der Acalephen, Cestoden und Trematoden. Mit 5 Tafeln und 2 Holzschnitten. Preis fl. 5.40 = 10 M. 80 Pf.

— — Morphologische Studien über den Harn- und Geschlechtsapparat, sowie die Leibeshöhle der Cephalopoden. Mit 3 Tafeln und 3 Holzschnitten. Preis fl. 3.20 = 6 M. 40 Pf.

Haller, Dr. Béla, Die Organisation der Chitonen der Adria. I. Mit 8 Tafeln und 2 Holzschnitten. Preis fl. 6.— = 12 Mark.

— — — — II. Mit 3 Tafeln. Preis fl. 2.60 = 5 M. 20 Pf.

— — Beiträge zur Kenntniss der Nerven im Peritoneum von Doris tuberculata. Lam. Mit 1 Tafel. Preis fl. 1.20 = 2 M. 40 Pf.

Hatschek, Dr. Berthold, Studien über die Entwicklungsgeschichte der Anneliden. Mit 8 Tafeln. Preis fl. 6.40 = 12 M. 80 Pf.

— — Ueber Entwicklungsgeschichte von Teredo. Mit 3 Tafeln. Preis fl. 2.60 = 5 M. 20 Pf.

— — Ueber Entwicklungsgeschichte von Echiurus und die systematische Stellung der Echiuridae (Gephyrei Chaetiferi). Mit 3 Tafeln. Preis fl. 2.60 = 5 M. 20 Pf.

— — Protodrilus Leuckartii. Eine neue Gattung der Archiannelideu. Mit 2 Tafeln. Preis fl. 1.80 = 3 M. 60 Pf.

— — Studien über Entwicklung des Amphioxus. Mit 9 Tafeln. Preis fl. 8.— = 16 Mark.

— — Ueber Entwicklung von Sipunculus nudus. Mit 6 Tafeln und 1 Holzschnitt. Preis fl. 5.60 = 11 M. 20 Pf.

— — Zur Entwicklung des Kopfes von Polygordius. Mit 1 Tafel. Preis fl. 1.20 = 2 M. 40 Pf.

— — Entwicklung der Trochophora von Eupomatus uncinatus Philippi. (Serpula uncinata). Mit 5 Tafeln. Preis fl. 4.80 = 9 M. 60 Pf.

Heider, Carl, Die Gattung Lernanthropus. Mit 5 Tafeln. Preis fl. 4.80 = 9 M. 60 Pf.

Lorenz, Ludwig, Ueber die Organisation der Gattungen Axine und Microcotyle. Mit 3 Tafeln. Preis fl. 2.40 = 4 M. 80 Pf.

Metschnikoff, Dr. Elias, Untersuchungen über die intracelluläre Verdauung bei wirbellosen Thieren. Mit 2 Tafeln. Preis fl. 2.40 = 4 M. 80 Pf.

Nebeski, Otmar, Beiträge zur Kenntniss der Amphipoden der Adria. Mit 4 Tafeln. Preis fl. 3.60 =7 M. 20 Pf.

Pintner, Theodor, Untersuchungen über den Bau des Bandwurmkörpers mit besonderer Berücksichtigung der Tetrabothrien und Tetrarhynchen. Mit 5 Tafeln. Preis fl. 4.60 = 9 M. 20 Pf.

— — Zu den Beobachtungen über das Wassergefässsystem der Bandwürmer. Preis fl. —.20 kr. = — M. 40 Pf.

Rohon, Josef Victor, Ueber den Ursprung des Nervus vagus bei Selachiern mit Berücksichtigung der lobi electrici von Torpedo. Mit 1 Tafel. Preis fl. 1.20 = 2 M. 40 Pf.

— — Untersuchungen über den Bau eines Microcephalen-Hirnes. Mit 2 Tafeln und 1 Holzschnitte. Preis fl. 3.20 = 6 M. 40 Pf.

Walz, Rudolf, Ueber die Familie der Bopyriden, mit besonderer Berücksichtigung der Fauna der Adria. Mit 4 Tafeln. Preis fl. 4.40 = 8 M. 80 Pf.

Witlaczil, Dr. Emanuel, Zur Anatomie der Aphiden. Mit 3 Tafeln. Preis fl. 4.— = 8 Mark.

Verlag von **Alfred Hölder**, k. k. Hof- und Universitäts-Buchhändler,
Wien, Rothenthurmstrasse 15.

Inhalt.

Seite

IV. The Embryology of Patella by **William Patten Ph. D.** from Boston U. S. A. With 5 plates 149

V. Zur Metamorphose der Oscarella lobularis O. Schm. Von **Karl Heider**, Doctor der Philosophie und der gesammten Heilkunde. Mit 3 Tafeln 175

VI. Medusologische Mittheilungen. Von **Ed Metschnikoff.** Mit 2 Tafeln 237

Verlag von Friedrich Vieweg & Sohn in Braunschweig.

(Zu beziehen durch jede Buchhandlung.)

Soeben erschien:

Untersuchungen

über die

Physiologie des Froschhirns

von Dr. J. Steiner.

Mit 32 Holzstichen. gr. 8. geh. **Preis 5 Mark.**

Soeben erschienen:

Lehrbuch der vergleichenden Anatomie. Von **Dr. A. Nuhn,** Professor honorarius an der Universität Heidelberg. **Zweite Ausgabe. Zwei Theile in einem Band. Mit 636 Holzschnitten.** Lex. 8° broch. Zweite und dritte Abtheilung à 4 Mark. (Vollständig in fünf Abtheilungen zum Subscriptionspreis von nur 20 M.)

Der Verfasser, vieljähriger Prosector am Heidelberger anatomischen Institut und zugleich vorzüglicher Zeichner, hat es verstanden, ein Lehrbuch in Text und Illustration zu schaffen, gleich geeignet bei praktischen Arbeiten in den Laboratorien den Studierenden als Leitfaden zu dienen, wie zum Selbstunterricht und als Nachschlagebuch. Vollständige Literaturangaben bis zum Jahr 1885 und ein Sach- und Namenregister mit der letzten Abtheilung erhöhen die Brauchbarkeit. Prospecte durch alle Buchhandlungen.

Heidelberg. Carl Winter's Universitätsbuchhandlung.

Im Verlag von **R. Oldenbourg** in **München** und **Leipzig** ist soeben erschienen:

Die Sehorgane der Thiere

vergleichend-anatomisch dargestellt von

Dr. Justus Carrière,

Privatdocent der Zoologie an der Universität Strassburg.

gr. 8°. 205 Seiten. Mit 147 Abbildungen und einer Tafel. Geheftet 9 Mark.

Druck von Gottlieb Gistel & Comp. in Wien, I., Augustinerstrasse 12.

20 APR 1886

20. c.

ARBEITEN

AUS DEM

ZOOLOGISCHEN INSTITUTE

DER

UNIVERSITÄT WIEN

UND DER

ZOOLOGISCHEN STATION IN TRIEST.

HERAUSGEGEBEN

VON

DR. C. CLAUS,

O. Ö. PROFESSOR DER UNIVERSITÄT UND VORSTAND DES ZOOLOGISCH-VERGL.-ANATOMISCHEN INSTITUTS IN WIEN, DIRECTOR DER ZOOLOGISCHEN STATION IN TRIEST.

TOM. VI. III. Heft.

Mit 12 Tafeln.

WIEN 1886.

ALFRED HÖLDER,

K. K. HOF- UND UNIVERSITÄTS-BUCHHÄNDLER,

ROTHENTHURMSTRASSE 15.

Verlag von **Alfred Hölder**, k. k. Hof- und Universitäts-Buchhändler,
Wien, Rothenthurmstrasse 15.

Arbeiten aus dem Zoologischen Institute der Universität Wien und der Zoologischen Station in Triest. Herausgegeben von Dr. **C. Claus**, o. ö. Professor der Universität und Vorstand des zoologisch-vergl.-anatomischen Instituts in Wien, Director der zoologischen Station in Triest.

I. Band, 3 Hefte mit 33 Tafeln. Preis fl. 22 = 44 Mark.
II. „ 3 „ „ 23 Tafeln und 2 Holzschnitten. Preis fl. 20 = 40 Mark.
III. „ 3 „ „ 25 Tafeln und 2 Holzschnitten. Preis fl. 21.80 = 43 M. 60 Pf.
IV. „ 3 „ „ 33 Tafeln u. 4 Holzschnitten. Preis fl. 26.20 = 52 M. 40 Pf.
V. „ 3 „ „ 31 Tafeln und 4 Holzschnitten. Preis fl. 25.60 = 51 M. 20 Pf.
VI. „ Heft 1 mit 13 Tafeln. Preis fl. 10 = 20 Mark.
VI. „ „ 2 „ 10 „ „ „ 9 = 18 „

Hierans sind in Sonderabdrücken erschienen:

Berger, Emil, Untersuchungen über den Bau des Gehirns nnd der Retina der Arthropoden. Mit 5 Tafeln. Preis fl. 4.— = 8 Mark.
— — — — Nachtrag. Preis fl. —.20 kr. = — M. 40 Pf.
Claus, Dr. C., Ueber Halistemma Tergestinum n. sp. nebst Bemerkungen über den feineren Bau der Physophoriden. Mit 5 Tafeln. Preis fl. 4.40 = 8 M. 80 Pf.
— — Untersuchungen über Charybdea marsupialis. Mit 5 Tafeln. Preis fl. 4.20 = 8 M. 40 Pf.
— — Der Organismus der Phronimiden. Mit 8 Tafeln. Preis fl. 6.40 = 12 M. 80 Pf.
— — DieGattungen und Arten der Platysceliden in systematischer Uebersicht. Preis fl. 1.20 = 2 Mark.
— — Agalmopsis utricularia. Eine neue Siphonophore des Mittelmeeres. Mit 1 Tafel. Preis fl. 1.— = 2 Mark.
— — Ueber Aequorea Forskalea Esch. als Aequoride des adriatischen Meeres, zugleich eine Kritik von E. Haeckel's Aequoridensystem. Preis fl. 1.20 = 2 M. 40 Pf.
— — Neue Beiträge znr Kenntniss der Copepoden unter besonderer Berücksichtigung der Triester Fauna. Mit 3 Tafeln. Preis fl. 3.60 = 7 M. 20 Pf.
— — Beiträge zur Kenntniss der Geryonopsiden- und Eucopiden-Entwicklung. Mit 4 Tafeln. Preis fl. 4.— = 8 Mark.
— — Zur Wahrung der Ergebnisse meiner Untersuchungen über Charybdea als Abwehr gegen den Haeckelismus. Preis fl. —.40 kr. = — M. 80 Pf.
— — Die Kreislaufsorgane und Blutbewegung der Stomatopoden. Mit 3 Tafeln. Preis 2 fl. 60 kr. = 5 M. 20 Pf.
— — Ueber das Verhältniss von Monophyes zu den Diphyiden, sowie über den phylogenetischen Entwicklungsgang der Siphonophoren. Preis 60 kr. = 1 M. 20 Pf.
— — Die Ephyren von Cotylorhiza und Rhizostoma und ihre Entwicklung zu achtarmigen Medusen. Mit 2 Tafeln. Preis fl. 2.— = 4 Mark.
— — Zur Kenntniss der Kreislaufsorgane der Schizopoden und Decapoden. Mit 9 Tafeln. Preis fl. 7.20 = 14 M. 40 Pf.
— — Ueber Apseudes Latreillii Edw. und die Tanaiden. Mit 2 Tafeln. Preis fl. 2.— = 4 Mark.
— — Neue Beiträge zur Morphologie der Crustaceen. Mit 7 Tafeln. Preis fl. 6.— = 12 M.
Graeffe, Dr. Ed., Uebersicht der Seethierfauna des Golfes von Triest etc. 1. Die Echinodermen. Preis fl. —.60 kr. = 1 M. 20 Pf.
— — — — 2. Die Coelenteraten (Spongien). Preis fl. —.60 kr. = 1 M. 20 Pf.
— — — — 3. Coelenteraten. Preis fl. —.60 kr. = 1 M. 20 Pf.
Grobben, Dr. C., Beiträge zur Kenntniss der männlichen Geschlechtsorgane der Dekapoden, nebst vergleichenden Bemerkungen über die der übrigen Thoracostraken. Mit 6 Tafeln. Preis fl. 5.— = 10 Mark.

Verlag von **Alfred Hölder**, k. k. Hof- und Universitäts-Buchhändler,
Wien, Rothenthurmstrasse 15.

Verlag von **Alfred Hölder**, k. k. Hof- und Universitäts-Buchhändler,
Wien, Rothenthurmstrasse 15.

Grobben, Dr. C., Die Antennendrüse der Crustaceen. Mit 1 Tafel.
Preis fl. 1.20 = 2 M. 40 Pf.

— — Die Entwicklungsgeschichte der Moina rectirostris. Zugleich ein Beitrag zur Kenntniss der Anatomie der Phyllopoden. Mit 7 Tafeln.
Preis fl. 6.— = 12 Mark.

— — Die Entwicklungsgeschichte von Cetochilus septentrionalis Goodsir. Mit 4 Tafeln und 2 Holzschnitten. Preis fl. 4.80 = 9 M. 60 Pf.

— — Doliolum und sein Generationswechsel nebst Bemerkungen über den Generationswechsel der Acalephen, Cestoden und Trematoden. Mit 5 Tafeln und 2 Holzschnitten. Preis fl. 5.40 = 10 M. 80 Pf.

— — Morphologische Studien über den Harn- und Geschlechtsapparat, sowie die Leibeshöhle der Cephalopoden. Mit 3 Tafeln und 3 Holzschnitten.
Preis fl. 3.20 = 6 M. 40 Pf.

Haller, Dr. Béla, Die Organisation der Chitonen der Adria. I. Mit 8 Tafeln und 2 Holzschnitten. Preis fl. 6.— = 12 Mark.

— — — — II. Mit 3 Tafeln. Preis fl. 2.60 = 5 M. 20 Pf.

— — Beiträge zur Kenntniss der Nerven im Peritoneum von Doris tuberculata Lam. Mit 1 Tafel. Preis fl. 1.20 = 2 M. 40 Pf.

Hatschek, Dr. Berthold, Studien über die Entwicklungsgeschichte der Anneliden. Mit 8 Tafeln. Preis fl. 6.40 = 12 M. 80 Pf.

— — Ueber Entwicklungsgeschichte von Teredo. Mit 3 Tafeln.
Preis fl. 2.60 = 5 M. 20 Pf.

— — Ueber Entwicklungsgeschichte von Echiurus und die systematische Stellung der Echiuridae (Gephyrei Chaetiferi). Mit 3 Tafeln. Preis fl. 2.60 = 5 M. 20 Pf.

— — Protodrilus Leuckartii. Eine neue Gattung der Archianneliden. Mit 2 Tafeln.
Preis fl. 1.80 = 3 M. 60 Pf.

— — Studien über Entwicklung des Amphioxus. Mit 9 Tafeln.
Preis fl. 8.— = 16 Mark.

— — Ueber Entwicklung von Sipunculus nudus. Mit 6 Tafeln und 1 Holzschnitt.
Preis fl. 5.60 = 11 M. 20 Pf.

— — Zur Entwicklung des Kopfes von Polygordius. Mit 1 Tafel.
Preis fl. 1.20 = 2 M. 40 Pf.

— — Entwicklung der Trochophora von Eupomatus uncinatus Philippi. (Serpula uncinata). Mit 5 Tafeln. Preis fl. 4.80 = 9 M. 60 Pf.

Heider, Carl, Die Gattung Lernauthropus. Mit 5 Tafeln.
Preis fl. 4.80 = 9 M. 60 Pf.

— — Zur Metamorphose der Oscarella lobularis. O. Schm. Mit 3 Tafeln.
Preis fl. 3.20 = 6 M. 40 Pf.

Lorenz, Ludwig, Ueber die Organisation der Gattungen Axine und Microcotyle. Mit 3 Tafeln. Preis fl. 2.40 = 4 M. 80 Pf.

Metschnikoff, Dr. Elias, Untersuchungen über die intracelluläre Verdauung bei wirbellosen Thieren. Mit 2 Tafeln. Preis fl. 2.40 = 4 M. 80 Pf.

— — Medusologische Mittheilungen. Mit 2 Tafeln. Preis fl. 2.40 = 4 M. 80 Pf.

Nebeski, Othmar, Beiträge zur Kenntniss der Amphipoden der Adria. Mit 4 Tafeln.
Preis fl. 3.60 =7 M. 20 Pf.

Patten, William, The embryology of Patella. Mit 5 Tafeln.
Preis fl. 5.20 = 10 M. 40 Pf.

Pintner, Theodor, Untersuchungen über den Bau des Bandwurmkörpers mit besonderer Berücksichtigung der Tetrabothrien und Tetrarhynchen. Mit 5 Tafeln.
Preis fl. 4.60 = 9 M. 20 Pf.

— — Zu den Beobachtungen über das Wassergefässsystem der Bandwürmer.
Preis fl. —.20 kr. = — M. 40 Pf.

Rohon, Josef Victor, Ueber den Ursprung des Nervus vagus bei Selachiern mit Berücksichtigung der Lobi electrici von Torpodo. Mit 1 Tafel.
Preis fl. 1.20 = 2 M. 40 Pf.

— — Untersuchungen über den Bau eines Microcephalen-Hirnes. Mit 2 Tafeln und 1 Holzschnitte. Preis fl. 3.20 = 6 M. 40 Pf.

Walz, Rudolf, Ueber die Familie der Bopyriden, mit besonderer Berücksichtigung der Fauna der Adria. Mit 4 Tafeln. Preis fl. 4.40 = 8 M. 80 Pf.

Witlaczil, Dr. Emanuel, Zur Anatomie der Aphiden. Mit 3 Tafeln.
Preis fl. 4.— = 8 Mark.

Verlag von **Alfred Hölder**, k. k. Hof- und Universitäts-Buchhändler,
Wien, Rothenthurmstrasse 15.

Inhalt.

Seite

VII. Untersuchungen über die Organisation und Entwickelung von Branchipus und Artemia nebst vergleichenden Bemerkungen über andere Phyllopoden. Von **C. Claus.** Mit 12 Tafeln. 267

Verlag von **Alfred Hölder**, k. k. Hof- und Universitäts-Buchhändler,
Wien, Rothenthurmstrasse 15.

Die Gasteropoden der Meeres-Ablagerungen

der

ersten und zweiten miocänen Mediterranstufe in der österreichisch-ungarischen Monarchie

von

R. Hoernes und **M. Auinger.**

4. und 5. Lieferung.

Mit je 6 lithographirten Tafeln. Gross-Quart. — Preis à fl. 8 = 16 M.

Die Fortsetzung dieses bedeutenden, paläontologischen Werkes, dessen erste drei Lieferungen im XII. Bande der „Abhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt" in Wien veröffentlicht wurden, wird in Folge Uebereinkommens mit letzterer Anstalt von obigen Lieferungen angefangen nicht mehr in deren „Abhandlungen", sondern in meinem Verlage als selbstständige Publication erscheinen.

Nachdem nun obige 3 Lieferungen aus dem XII. Bande der „Abhandlungen" ausgeschieden wurden, wird dieser Band nochmals neu zur Ausgabe gelangen und an Stelle der „Gasteropoden" andere in Vorbereitung befindliche Arbeiten enthalten.

Ich erlaube mir insbesondere alle jene Akademien, wissenschaftlichen Institute, Gesellschaften und Bibliotheken auf diese Veränderungen aufmerksam zu machen, welche die ersten drei Lieferungen im Dedications- oder Tauschwege direct von der k. k. geologischen Reichsanstalt empfingen und dieses wichtige, jedem Paläontologen unentbehrliche Werk vollständig zu besitzen wünschen.

Soeben erschien:

BEITRÄGE

zur

Paläontologie Oesterreich-Ungarns und des Orients.

Herausgegeben von

E. v. Mojsisovics und M. Neumayr.

Band V. Heft 2. Mit Tafel IX—XV.

Inhalt: **C. Zahálka**, Ueber 2 Spongien aus der Kreideformation von Raudnitz a. d. Elbe.
A. Hofmann, Crocodiliden aus dem Miocän der Steiermark.

Preis des completen Bandes (4 Hefte) 20 fl. = 40 Mark.

Druck von Gottlieb Gistel & Comp. in Wien, I., Augustinerstrasse 12.